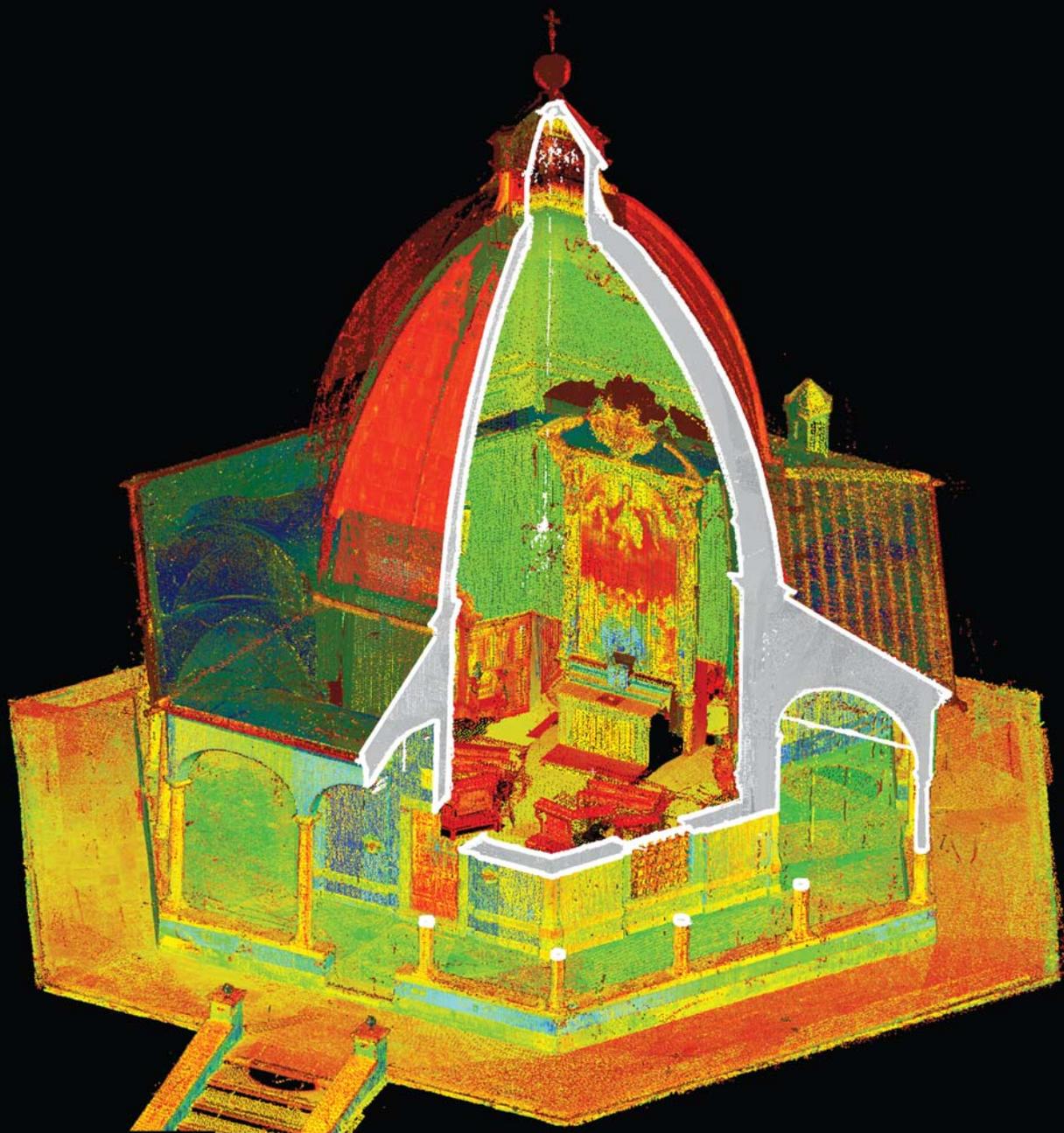


ARCHEOMATICA



RILEVARE E RENDERE VISIBILI I TESORI NASCOSTI

UN'ESPERIENZA SENSORIALE: I COLORI DELL'ARA PACIS

RISPARMIO ENERGETICO: È LA VOLTA DEI MUSEI DALLA GESTIONE ETICA

SEMANTIC WIKI PER LA PROTEZIONE DEI BBCC

L'EVOLUZIONE DELL'IMMAGINE: DALLA PITTURA RUPESTRE ALL'ENERGIA AUTOPOIETICA

IL RILIEVO INTEGRATO:

OCCASIONE DI APPROFONDIMENTO ED AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE



di Grazia Tucci, Valentina Bonora, Alessandro Conti, Lidia Fiorini, Alessia Nobile

La richiesta di aggiornamento sulle più recenti tecnologie di rilievo ed acquisizione di dati tridimensionali ha indotto il Laboratorio di Geomatica del Dipartimento di Costruzioni e Restauro dell'Università degli Studi di Firenze ad organizzare il Primo Corso di Perfezionamento in "Geomatica per la Conservazione dei Beni Culturali".

IL CORSO: FINALITÀ E OBIETTIVI

Il primo corso si è svolto a Firenze, da gennaio ad aprile 2010; è stato seguito da laureati e professionisti che intendevano approfondire la conoscenza delle metodologie sviluppate nell'ambito della ricerca scientifica in vista della loro applicazione nella pratica professionale in strutture pubbliche e private.

Osservando come ogni intervento sul costruito debba considerare la misura come scelta critica e risultato di un processo interpretativo dell'architettura, l'obiettivo principale del corso è stato stabilito nel fornire la consapevolezza teorica e la competenza pratica necessarie ad affrontare il tema della misura 3D. Particolare attenzione è stata rivolta alla progettazione del rilievo, alle verifiche dei risultati ottenuti *in itinere* ed al collaudo, alla modellazione grafica 2D e 3D ed al trattamento dei metadati che rendono ripercorribili le stesse operazioni.

IL CORSO: L'ORGANIZZAZIONE ED I CONTENUTI

Il corso, avviato con una lezione sui temi della misura e della teoria dell'errore e da una presentazione teorico-pratica delle tecniche topografiche per la realizzazione di reti di inquadramento e georeferenziazione, si è articolato in moduli successivi. Ciascun modulo ha alternato comunicazioni frontali, la presentazione di casi di studio ed esercitazioni pratiche di acquisizione ed elaborazione dati.

Nel primo modulo, dedicato alla Scansione 3D, sono state trattate le caratteristiche strumentali dei sistemi distanziometrici ed a triangolazione, le tecniche di rilievo con laser scanner, l'acquisizione, la registrazione e la referenziazione delle *range maps* e la produzione degli elaborati grafici. Sono state poi approfondite le tecniche di modellazione tridimensionale, di texturizzazione e di visualizzazione.

Nel secondo modulo, dedicato alla Fotogrammetria, sono stati esaminati i principi geometrici della fotogrammetria

analogica e digitale, e sono state illustrate le applicazioni pratiche sia in ambito aereo che terrestre. Sono state inoltre esposte le tecniche di raddrizzamento fotografico ed ortoproiezione digitale per la documentazione dei Beni Culturali.

Nel terzo modulo, dedicato alla Termografia, sono stati presentati i principi fisici dell'acquisizione della radiazione infrarossa con termocamere e le tecniche di elaborazione delle immagini radiometriche, esemplificando le potenzialità diagnostiche della termografia nel settore dei Beni Culturali.

Le lezioni frontali si sono concluse con i temi del rilievo metrico a scala urbana e della produzione di cartografia digitale. Sono state introdotte le problematiche della geodesia, delle tecniche di rilevamento satellitare e della georeferenziazione mediante GPS.

DOTAZIONI DEL CORSO ED ALTRE RISORSE DIDATTICHE

Il corso è stato svolto con la strumentazione propria del Laboratorio di Geomatica (stazioni totali, laser scanner distanziometrico, GPS, camera digitale) e in collaborazione con ditte del settore, quali Geoin S.r.l., Microgeo S.r.l., Leica Geosystems S.p.A. È stata predisposta per il materiale didattico una apposita sezione del sito internet del Laboratorio, che ha messo anche a disposizione la propria biblioteca e le riprese video delle lezioni in aula. Gli allievi, per tutta la durata del corso, hanno usufruito di licenze software per il trattamento dei dati.

Per mostrare l'evoluzione tecnologica in atto e le applicazioni sviluppate da aziende specializzate sono state effettuate visite al Salone del Restauro di Ferrara ed all'impresa di aerofotogrammetria Rossi Luigi S.r.l. di Firenze. I partecipanti al corso hanno poi aderito alla giornata di studi "Laser scanner 3D per il rilevamento dei Beni Culturali e del Paesaggio" che si è svolta il 25 maggio 2010 a Palazzo

Pitti, organizzata dal Laboratorio di Geomatica del DiCR e la Soprintendenza per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Artistici ed Etnoantropologici per le Province di Firenze, Pistoia e Prato, durante la quale operatori del restauro e della tutela ambientale hanno presentato casi di studio che esemplificavano il ruolo del rilievo 3D nella conservazione del Beni Culturali ed Ambientali.

IL WORKSHOP FINALE

Il corso si è concluso con un workshop durante il quale è stato effettuato un rilievo multi-sensore e multi-risoluzione di due architetture del parco di Villa Demidoff a Pratolino: la Cappella e la Paggeria. La realizzazione del workshop è stata possibile nell'ambito di un accordo di collaborazione tra il DiCR e la Provincia di Firenze.

La Cappella, progettata nel 1580 da Bernardo Buontalenti, è un piccolo edificio esagonale a pianta centrale, coperto da una cupola con manto in lastre di piombo e circondato da un loggiato. Si trova su un terreno con un forte dislivello e ricoperto da una folta vegetazione. La Paggeria era originariamente un edificio di servizio della villa medicea di Pratolino, divenne poi residenza della famiglia Demidoff che acquistò il Parco nel 1872. La fabbrica prospetta su un giardino che inquadra, in un disegno geometrico, elementi naturali e d'arredo.

La diversità della geometria, delle caratteristiche materico-cromatiche e del contesto dei due manufatti li hanno resi particolarmente idonei ad esemplificare, nella breve durata dell'esperienza, casi e difficoltà tipici del rilievo architettonico effettuato con le tecniche della geomatica.

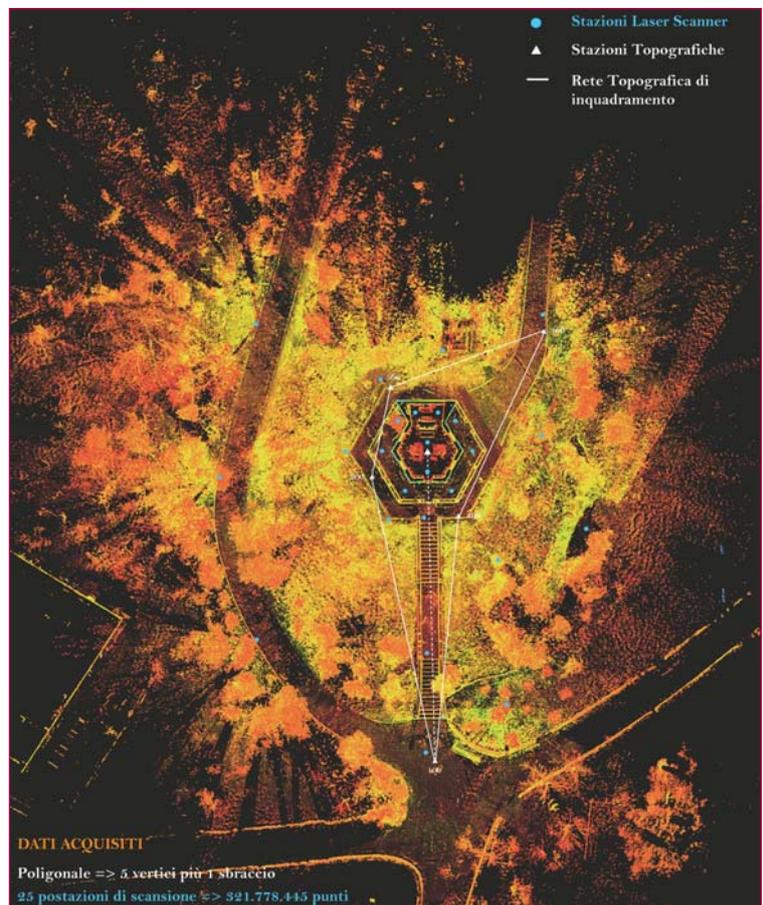
Per la finalità didattica dell'esperienza il rilievo è stato progettato e condotto in modo da fornire ai partecipanti la possibilità di utilizzare, all'interno dei tempi prefissati, tutta la strumentazione disponibile e di consentire il confronto tra le diverse tecniche di rilievo. La fase di acquisizione è durata due giorni, nei quali i nove partecipanti, suddivisi in squadre supervisionate da due tutor, si sono alternati agli strumenti. Il trattamento dei dati è stato eseguito in alcune sessioni collettive in aula ed in parte individualmente.

Gli obiettivi del workshop sono stati i seguenti:

- il rilievo 3D con integrazione di dati topografici e *range maps* dell'esterno e dell'interno della Cappella;
- il rilievo dei prospetti e del giardino della Paggeria con integrazione di fotopiani e scansioni;
- la realizzazione di una rete d'inquadrimento georeferenziata per l'inserimento dei rilievi delle due fabbriche;
- la redazione di rappresentazioni tradizionali bidimensionali in proiezioni ortogonali, in scala 1:50 - 1:100 per le architetture ed 1:200 per le planimetrie d'insieme;
- la valutazione delle procedure che consentono lo sviluppo di un modello 3D.

Per entrambe le fabbriche sono state realizzate delle reti di inquadrimento topografico in un sistema di riferimento locale. Dai punti di stazione sono stati misurati i target per l'allineamento e la referenziazione delle scansioni e, nel caso della Paggeria, per il rilievo dei punti d'appoggio necessari per i fotopiani. Le scansioni sono state poi modulate per posizione, numero e risoluzione in funzione della morfologia del terreno, della geometria dei fabbricati, della loro visibilità e per avere un'adeguata copertura delle architetture e dei terreni loro circostanti. Per la redazione dei prospetti della Paggeria è stato realizzato un progetto di presa che ha indicato il numero dei fotogrammi necessari per la redazione dei fotopiani.

I due rilievi sono stati rototraslati in un unico sistema di



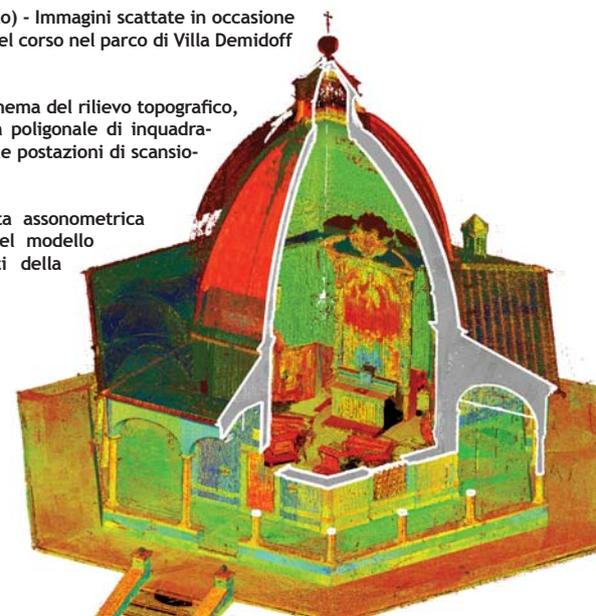
riferimento mediante un rilievo di posizionamento satellitare con GPS. A causa della schermatura prodotta dalla folta vegetazione è stato possibile acquisire solo alcuni vertici di stazione rendendo necessario rilevare altri punti naturali significativi di collegamento tra i due edifici. Il rilievo complessivo è stato georeferito al sistema cartografico secondo la proiezione UTM.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata in modo da utilizzare diverse metodologie. Le scansioni della Cappella sono state allineate con i target rilevati per via topografica mentre per quelle della Paggeria sono stati utilizzati punti naturali. Successivamente alla registrazione è stato effettuato un *editing* dei dati (pulitura, eliminazione di artefatti e suddivisione in *layer*) e l'estrazione dei piani di sezione, degli *snapshot* e dei punti utili per la predisposizione delle rappresentazioni prefissate. Gli elaborati finali sono il risultato dell'integrazione ed elaborazione di fotopiani e di rappresentazioni 2D con *snapshot* ricavati dalle *range maps*. È stata anche intrapresa l'elaborazione di un modello 3D della Cappella, mediante l'integrazione di modellazione per superfici e modellazione poligonale.

Figura 1 (sotto al titolo) - Immagini scattate in occasione del workshop finale del corso nel parco di Villa Demidoff a Pratolino.

Figura 2 (in alto) - Schema del rilievo topografico, con indicazione della poligonale di inquadrimento, e schema delle postazioni di scansione 3D.

Figura 3 (qui) - Vista assonometrica dello spaccato 3D del modello complessivo di punti della Cappella Buontalenti.



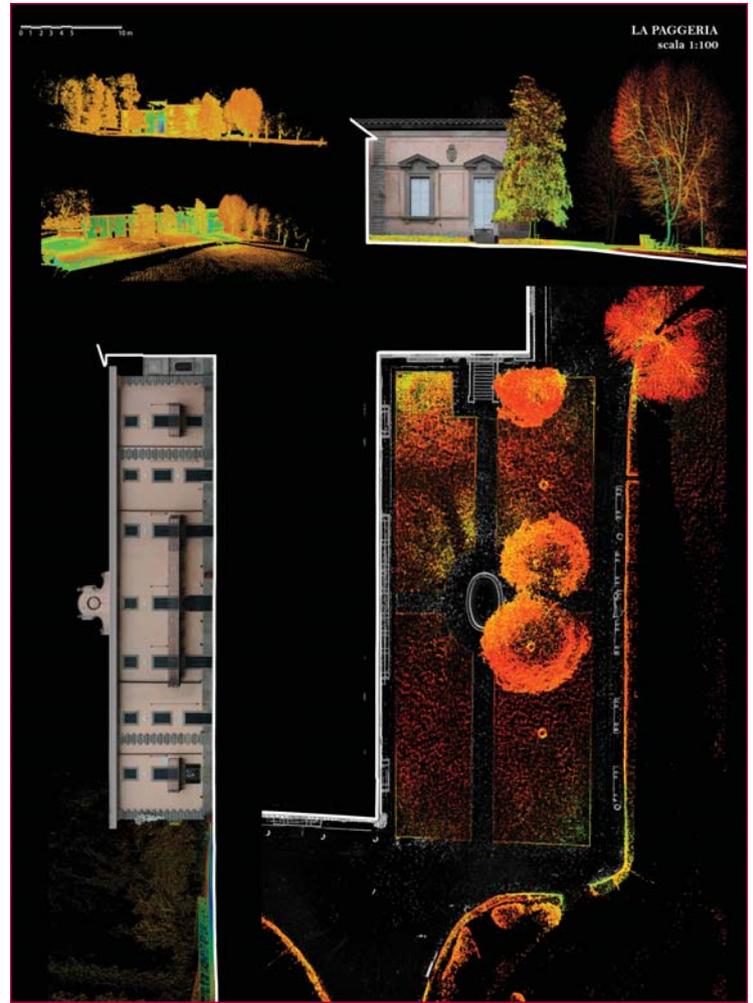
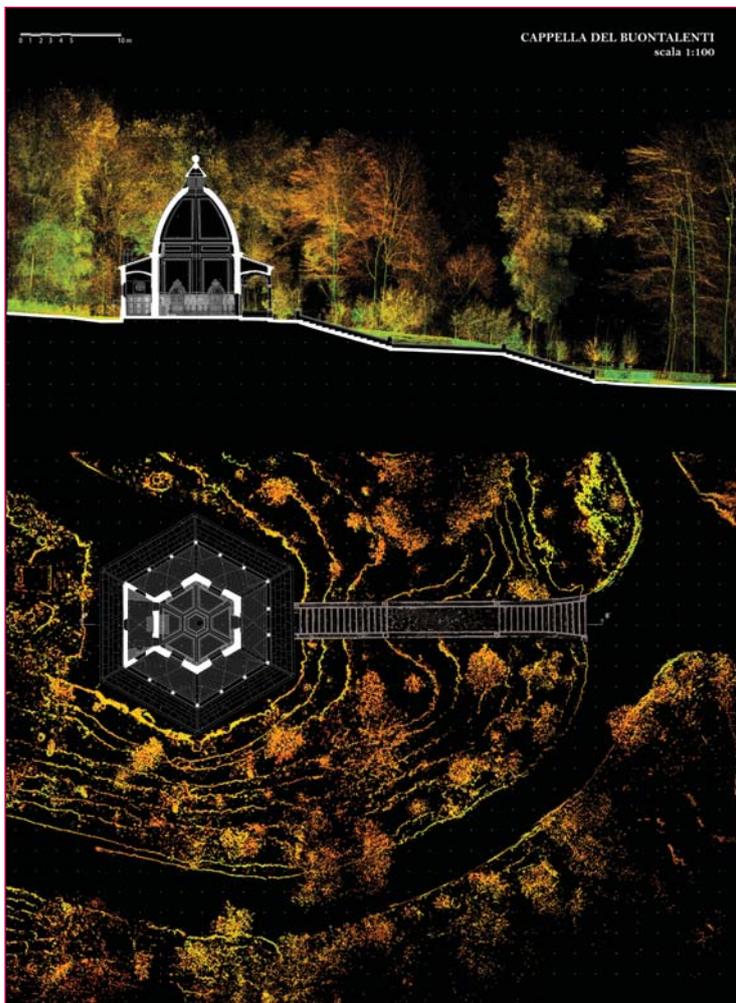


Figure 4 e 5 - Due poster, esposti in occasione della manifestazione "Ruralia", realizzati dai partecipanti al Corso 2009-2010. A sinistra, gli elaborati relativi alla Paggeria; a destra, gli elaborati relativi alla Cappella Buontalenti. Le rappresentazioni grafiche sono realizzate integrando viste ortogonali della nuvola di punti, visualizzate in falsi colori, linee vettoriali delle strutture architettoniche e mosaico di fotopiani per i prospetti della Paggeria.

Nel mese di maggio, in occasione della manifestazione "Ruralia" organizzata dalla Provincia di Firenze, gli elaborati del workshop sono stati esposti nei locali della Paggeria.

CONCLUSIONI

L'obiettivo di formazione del corso è stato raggiunto permettendo ai partecipanti di progettare ed eseguire un rilievo con le tecniche apprese.

Vale la pena di sottolineare che i partecipanti provenivano da esperienze di rilievo tradizionale, in cui l'interpretazione e la selezione delle informazioni significative deve essere eseguita a priori. In questo caso si sono trovati di fronte ad un approccio "capovolto" in cui il momento di sintesi del rilievo avviene sui dati tridimensionali già acquisiti. Quindi al di là della curiosità e dell'interesse per le nuove tecnologie, ciò ha stimolato una riflessione sui concetti di misura, di rilievo e di rappresentazione che risulteranno utili a gestire con maggiore consapevolezza critica anche le informazioni metriche acquisite con tecniche tradizionali.

L'ottima riuscita di questa prima esperienza, ha incoraggiato la riproposizione del Corso di perfezionamento anche per l'anno 2010/2011.

PER SAPERNE DI PIÙ

Corso 2009-10 <http://www.geomaticaeconservazione.it/corsoperfezionamento2009/index.php>

Corso 2010-11 <http://www.geomaticaeconservazione.it/corsoperfezionamento2010/index.php>

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano: la Provincia di Firenze, nella persona del direttore del Parco di Pratolino arch. Marco Pagliai, le aziende Geoin S.r.l., Microgeo S.r.l. e l'impresa di aerofotogrammetria Rossi Luigi S.r.l.

Un ringraziamento particolare a Marco Nardini di Leica Geosystems S.p.A. che ha messo a disposizione una borsa di studio.

ABSTRACT

Geomatics research group of DiCR

Geomatics research group of DiCR - Department of Construction and Restoration of University of Florence, held a Postgraduate Course in "Geomatics for Cultural Heritage Conservation" that ran from January to April 2010. Course contents was: Measure and Architecture, 3D Scanning Systems, Laser Scanning and 3D Modelling, Digital Close Range Photogrammetry, Termography and Metric Survey at Urban Scale and Digital Cartography. In addition to lectures, there was laboratories on data acquisition, evaluation and processing. Final workshop took place in Villa Demidoff at Pratolino, with regard of cooperation agreement between DiCR and Florence Provincial Council. Survey concerned the Paggeria exterior and façade and the Chapel by Buontalenti. Survey project was briefed to make as effective as possible the use of all different acquisition and 3D data processing techniques studied during lectures. The course will be replied on 2011.

PAROLE CHIAVE

Geomatica, conservazione, formazione, rilievo 3D, laser scanner.

Oggetto del rilievo, strumenti e metodi		
<i>Luogo</i>		Parco villa Demidoff, Pratolino, Vaglia (FI)
<i>Unità di personale impiegato</i>		9 allievi + 2 tutor
<i>Tempo di acquisizione (giorni)</i>		2
<i>Strumentazione (n., modello)</i>		1 Stazione Totale Leica TCR 303; 1 Stazione Totale Leica TCR 705; 1 Laser Scanner Leica HDS 6000; 1 GPS Leica SR530; 1 reflex Nikon D700
<i>Software (nome, azienda)</i>		Geostudio GeosW (elaborazione rilievo topografico) Leica LGO (elaborazione rilievo gps) Leica Cyclone (elaborazione range maps) Siscam Archis (redazione fotopiani) Bentley Systems Microstation e Autodesk Autocad (vettorializzazione) Adobe Photoshop (editing grafico)
Cappella Buontalenti	<i>Superficie complessiva (proiezione piana in mq)</i>	5400
	<i>Poligoni principali chiuse (n.)</i>	1
	<i>Poligoni secondarie aperte (n.)</i>	1
	<i>Vertici di poligoni (n.)</i>	6
	<i>Stazioni laser scanner 3D (n.)</i>	25
	<i>Target acquisiti (n.)</i>	47
	<i>Coordinate spaziali acquisite (n.)</i>	321.778.445
Paggeria	<i>Superficie complessiva (proiezione piana in mq)</i>	Giardino (1700) Prospetti (580)
	<i>Poligoni principali aperte (n.)</i>	1
	<i>Vertici di poligoni (n.)</i>	2
	<i>Stazioni laser scanner 3D (n.)</i>	6
	<i>Punti topografici acquisiti (n.)</i>	32
	<i>Coordinate spaziali acquisite (n.)</i>	40.779.575

Credits

Direttore del Corso: Grazia Tucci

Docenti del Corso: Paolo Aminti, Franco Flamigni, Franco Guzzetti, Elisabetta Rosina, Michele Russo, Grazia Tucci, Luciano Surace

Tutor del Corso: Alessia Nobile, Valentina Bonora, Simone Ronfetto

Partecipanti al Corso 2009-2010: Simona Arenga, Alessandro Conti, Lidia Fiorini, Sara Marrani, Elisa Orlando, Linda Pettinelli, Maddalena Santinelli, Giuseppe Traviglia, Laura Velatta

AUTORI

GRAZIA TUCCI, Professore di Topografia e Cartografia.
grazia.tucci@unifi.it

VALENTINA BONORA, Dottore di ricerca, Assegnista.
valentina.bonora@unifi.it

ALESSANDRO CONTI, Architetto.
arch.a.conti@gmail.com

LIDIA FIORINI, Architetto.
lidia.fiorini@tiscali.it

ALESSIA NOBILE, Dottoranda di ricerca.
alessia.nobile@unifi.it

Laboratorio di Geomatica e Conservazione,
Dipartimento di Costruzioni e Restauro, Via Micheli 8, Firenze

www.geomaticaeconservazione.it