

ADAMO SAL5 (2.10.2019 – 25.01.2020)

RELAZIONE SCIENTIFICA

1. Descrizione del progetto: oggetto, finalità, obiettivi e risultati intermedi/finali raggiunti, validazione dei risultati conseguiti, ecc.

Oggetto

Il progetto ADAMO propone una ricerca applicata per trasferimento alle imprese di tecnologie di analisi, diagnostica e monitoraggio ambientale finalizzate alla conservazione e al restauro di beni culturali (BC), mobili ed immobili, della regione Lazio. Allo scopo prevede attività di studi di contesto sia storico artistico che socio-economico, attività di ricerca per adeguamento delle tecnologie più mature alle specifiche richieste dei BC di tecniche sia di laboratorio, anche con *large scale facilities* uniche nel panorama regionale, che in situ, e attività dimostrative su casi studio selezionati per il coinvolgimento sia delle imprese che degli utenti finali. In armonia con il suo scopo sarà dato ampio spazio all'azione di disseminazione dei risultati, per completare il coinvolgimento degli operatori e aprire prospettive di internazionalizzazione.

Il progetto risponde pienamente alla richiesta di attività che fanno capo alla terza missione delle università e degli organismi di ricerca, integrandosi efficacemente nella proposta del Centro di Eccellenza per il DTC Lazio che prevede parallele attività di formazione necessarie alla produzione di figure professionali in grado di utilizzare successivamente le tecnologie dimostrate e trasferite. Le attività sperimentali vengono svolte presso i laboratori afferenti all'Infrastruttura di Ricerca del DTC Lazio (R6, R7, R8, R1 e R11).

Finalità

- Trasferimento tecnologico per analisi, diagnostiche e monitoraggio ambientale su BC.
- Offerta di servizi alle imprese con l'utilizzo di infrastrutture di eccellenza uniche, che includono impianti di fisica delle alte energie per diagnostiche, laboratori di caratterizzazione con apparati operanti con strumentazione in ultra alto vuoto o in camere pulite presso OdR e università partner del CoE del DTC Lazio, brevetti nazionali ed internazionali di proprietà dei partner del CoE.
- Dimostrazione su selezionati casi studio, relativi a BC sia mobili che immobili, dell'efficacia delle tecniche per le quali è stata sviluppata strumentazione apposita e/o strumentazione commercializzabile, che può essere utilizzata direttamente in laboratorio o sul campo dagli utenti, eventualmente preparati nei paralleli corsi di formazione erogati dal CoE.
- Sviluppo di prototipi e test di prodotti innovativi a basso impatto ambientale adatti all'utilizzo sul campo da parte degli utenti finali, che per le loro caratteristiche di costo contenuto, rapidità di risposta e semplicità di operazione possano in tempi medio-brevi essere acquisiti direttamente dalle PMI interessate (previa commercializzazione e realizzazione anche tramite start-up o spin-off locali).

Tempistica

Su richiesta del CGC del DTC è stata concordata la proroga della fine di tutti i progetti di ricerca alla data di termine della prima fase del DTC il 25 gennaio 2020, con una proroga effettiva di 24 giorni. Questa variazione è stata inserita già dalla relazione di SAL4, nel diagramma di Gantt del progetto (figura 1), con conseguente slittamento dell'ultima milestone per tutte le attività.

Obiettivi intermedi raggiunti a SAL5

Il progetto si articola in 7 WP, di cui 6 relativi a specifiche attività di sviluppo di tecnologie e trasferimento tecnologico, mentre il primo si occupa degli studi di contesto e della disseminazione. Per lo svolgimento delle attività è stato proposto lo schema riportato nel diagramma di Gantt, in cui sono evidenziate in rosso le attività svolte trimestri trascorsi, con indicazione delle deliverable conseguite.

Come si osserva dalla fig. 1, dopo gli iniziali aggiustamenti le attività sono andate avanti regolarmente e tutti i task sono iniziati e sono stati completati, a parte il T2.5, rilasciando almeno una deliverable, 2 o più nella maggioranza dei casi. Il T2.5 è stato chiuso per motivi tecnici all'inizio del quarto trimestre, come già dettagliato in SAL4. Tutte le milestone di progetto sono state raggiunte al termine del medesimo.

Gli obiettivi intermedi/finali raggiunti nel quinto periodo possono essere riassunti come segue:

- Svolgimento di attività relative ai siti:
 - ✓ Villa della Piscina, Centocelle (ulteriori esami di laboratorio sui frammenti ed elaborazione dati)
 - ✓ Mura Aureliane, adiacenze Porta San Sebastiano (monitoraggio)
 - ✓ Museo Archeologia Per Roma, Tor Vergata
 - ✓ Palazzo Chigi, Ariccia (ulteriori misure in situ)
 - ✓ Villa Mondragone, Monte Porzio Catone (verifica dei trattamenti su provini in camere climatiche)
 - ✓ Chiesa di San Nicola in Carcere (analisi dati in collaborazione con l'impresa di restauro Euresarte S.r.L.)
 - ✓ Catacombe Ad Decimum di Grottaferrata (misure in situ)
- Svolgimento di attività di laboratorio, aperte alle imprese
 - ✓ Preparazione e caratterizzazione di materiali per restauro (Viterbo)
 - ✓ Diagnostica su materiali cartacei, pergamene e tessuti irraggiati
 - ✓ Caratterizzazione di metalli
 - ✓ Caratterizzazione di cuoi da parati
 - ✓ Misure su standard di pigmenti per calibrazione di materiali in affreschi (spettroscopia neutronica)
- Disseminazione delle attività attraverso la partecipazione:
 - A eventi scientifici di rilevanza nazionale e internazionale:
 - ✓ METROARCHEO 4th International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural heritage (Firenze 4-6/12/2019):
 - R. D'Amato, M.A. Caponero, B. Palazzo, G. Terranova, A. Polimadei "A novel fibre optic sensor of relative humidity for application in cultural heritage" (presentazione ENEA)
 - L. Caneve, M. Francucci, M. Guarneri, M. Mongelli, V. Spizzichino "Integrated approach for non-invasive diagnostic investigation at the Bishop's Palace of Frascati" (presentazione ENEA)
 - M.A. Caponero, E. Grande, M. Imbimbo, G. Modoni, M. Mongelli, E. Polito " Structural health monitoring of the ninfeo Ponari by combined use of fibre optic sensors, photogrammetry and laser scanning" (presentazione ENEA, UniCAS)

- M.F. Caso, L. Caneve, V. Spizzichino “Intercalibration of hyperspectral and multispectral systems for Laser Induced Fluorescence imaging” (presentazione ENEA)
 - S. Ceccarelli, N. Orazi, F. Mercuri, S. Paoloni, U. Zammit, F. Petrucci, “Mid-wave infrared imaging analysis of XVII century paintings on canvas of the Chigi Palace in Ariccia” (presentazione UniRM2)
 - S. Ceccarelli, N. Orazi, C. Cicero, F. Mercuri, U. Zammit, S. Paoloni, A. C. Felici, F. Matera, M. Nuzzo, “Multi-band infrared imaging for the characterization of underlying elements in the Santa Maria in Cosmedin altarpiece” (presentazione UniRM2, UniRM1))
- ✓ International School of Cultural Heritage - Campuses of INFN-LNF and ENEA, 12/12/2019 (organizzazione INFN-LNF, 3 partecipazioni INFN e 1 ENEA)
 - ✓ Forum Italia-Argentina 2019: Tecnologie nucleari e digitali per i beni culturali e la fisica applicata. 20-21/11/2019 Buenos Aires (partecipazione INFN).
 - ✓ ECHOPOLIS INTERNATIONAL conference 2018 «Nature and culture-based strategies and solutions for cities and territories: an idea whose time has come !», Athens, 26 Nov. 2018 (partecipazione UniRM2).
 - ✓ THz Radiation Workshop “Spectroscopy and Imaging with THz Radiation using Ultimate Radiation Sources”, 10-11 December 2019, Sapienza Università di Roma: M. Missori et al, “THz spectroscopy for art conservation...and even more”, (presentazione orale CNR).
 - ✓ Convegno Dyes & History in Archaeology, Amsterdam 7-8/11/2019, presentazione congiunta UniRM1 e UniRM3: "New approach for dyes extractions with gel: application of ammonia-EDTA for microextraction from textiles"
 - ✓ Il congresso nazionale del CODIS Firenze, 8/11/2019:
 - R. Fantoni “Diagnostiche laser remote per l’acquisizione di informazioni sulla composizione e la morfologia di superfici monumentali” relazione su invito (relazione su invito ENEA)
 - ✓ Workshop The physics of parchments workshop, Namur, Belgio, 28-29/11/2019:
 - U. Zammit, C. Cicero, F. Mercuri, N. Orazi S. Paoloni, C. Glorieux, J. Thoen, Scanning Adiabatic Calorimetry (ASC), Light Transmission Analysis (LTA) and Imaging Investigations of Collagen Deterioration in Parchment, 2019 (UniRM2, UniRM1, CNR);
 - M. Vadrucchi, C. Cicero, G. De Bellis, F. Mercuri, Evaluation of the effects of the X-rays irradiation on collagen matrix: a new proposed disinfection method, 2019 (ENEA, UniRM1, UniRM2).
 - ✓ Máster propio en análisis y autenticación de obra de arte (I Edición) UUNIVERSITAT DE VALÈNCIA, 23-24 gennaio 2020:
 - Luca Lanteri “Dipinti e Sculture italiane: uno studio diagnostico I”
 - C. Pelosi “Dipinti e Sculture italiane: uno studio diagnostico II”
- A eventi divulgativi, mostre e fiere:
- ✓ Partecipazione dell’INFN a LUBEC 2018 (3-4/10/2019) (<https://www.lubec.it/>). Sono state presentate diagnostiche INFN ed ENEA sviluppate anche congiuntamente in ADAMO. La disseminazione dell’evento è avvenuta tramite la rete INFN, mediante news CHnet.

- ✓ Partecipazione a "La Fisica Incontra la Città" 4/12/2019, Aula Magna del Rettorato Roma Tre: Luca Tortora: "L'arte ed i suoi segreti: la fisica per svelarli" (UniRM3 e INFN)
 - ✓ RoME 27-29/11/2019 alla Fiera di Roma:
 - Partecipazione con slide show del progetto ADAMO e distribuzione della brochure di progetto "Progetto ADAMO un anno di risultati" realizzata da ENEA,
 - dimostrazione di strumenti portatili dell'INFN,
 - dimostrazione di strumento portatile del gruppo ACULAB Roma3, allo stand della Regione Lazio durante l'evento.
 - ✓ Manifestazione "Fuori dai Fori" Museo Nazionale Romano alle Terme di Diocleziano 14/1/2020: presentazione: "Diagnostiche innovative in situ applicate nel cantiere di restauro della basilica di San Nicola in Carcere. Un sito del progetto ADAMO finanziato dalla Regione Lazio".
 - ✓ Giornata Ricerca Dipartimento Scienze 22 gennaio 2020: presentazione: "Antifouling nanodevices for the development of an innovative multifunctional coating"
- Sui media e sulla stampa divulgativa (anche in rete):
- ✓ Servizio di: MENICUCCI MAURIZIO - Beni artistici. Palazzo Chigi di Ariccia monitorato da team ricercatori Enea con innovativo laser scanner modificato. Int. Francesco Petrucci (Palazzo Chigi Ariccia), Massimiliano Guarneri (Enea), Maria Antonietta Ricci (Università Roma Tre). 18/11/2019 RAI 3 - TGR LEONARDO - 14.50
 - ✓ Servizio sulle diagnostiche laser realizzate all'ENEA Frascati e applicate nel progetto ADAMO, trasmesso in TV il 14/12/2019 alle 14:30 su Rainews24 nell'ambito del programma Focus 24.
- Organizzazione di workshop di progetto aperti agli stake holders:
- ✓ Organizzazione del Workshop di progetto pubblico al Palazzo Chigi di Ariccia "Le tecniche diagnostiche utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia" con 11 relazioni orali – Ariccia 15/11/2019 (organizzazione ENEA, partecipazione ENEA, INFN, UniRM1, UniRM2, UniRM3, CNR).
 - ✓ Organizzazione Workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio", Roma 22/01/2020, CNR-IAC.
 - ✓ Organizzazione del workshop di progetto "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio" organizzato presso il CNR-IAC in collaborazione con UniRoma1, Roma 22/01/2020, con 8 contributi reattivi al Progetto ADAMO.

Assunzioni a progetto

Per quanto riguarda il personale assunto sul progetto tutti gli AR previsti hanno preso servizio, come pure quattro contrattisti a Uniroma1. Si segnala che 6 di questi AR/contrattisti hanno presentato gli speed pitch e i relativi poster al 1° Convegno Annuale del DTC (Sapienza 30/09/2029).

Tabella 1 – Personale assunto con contratti sul progetto: è specificata l’istituzione, la tipologia di contratto, l’attività prevalente, la data d’inizio e la durata

Nome e Cognome	Istituzione	Tipologia	Attività (task)	Data inizio e durata
Lucilla Pronti	INFN	AR	Task 3.1 e task 4.1	2/01/2019 12 mesi
Marco Sbroscia	UniRoma3	AR	Task 2.1, task 4.4 e task 4.5	1/02/2019 12 mesi
Sandra Leonardi	UniRoma2*	AR	Task 1.1, task 1.2 e task 1.3*	15/01/2019 12 mesi
Michele Pigliucci	UniRoma2*	AR	Task 1.1, task 1.2 e task 1.3*	15/01/2019 12 mesi
Alessandro Fessina	UniRoma2*	AR	Task 1.1, task 1.2 e task 1.3*	15/01/2019 12 mesi
Maria Federica Caso	ENEA	AR	Task 4.1, task 5.2 e task 6.4	29/03/2019 12 mesi
Luca Lanteri	UniTuscia	AR	Task 5.1, task 5.2 e task 5.3	1/04/2019 12 mesi
Margherita Vendittelli	UniRoma1	Contratto di collaborazione	Task 4.5	1/03/2019 2 mesi
Cristina Cicero	UniRoma1	Contratto di collaborazione	Task 4.3	25/03/2019 3 mesi
Mohammad Sharbaf	UniRoma1**	AR	Task 6.1, 6.2	1/05/2019 12 mesi
Emily Schifano	UniRoma1	Contratto di collaborazione	Task 6.4 e 7.3	2/11/2019 2 mesi

() Gli AR di UniRM2 sono impegnati su tutte le attività di UniRM2 nell’ambito del DTC, non solo sul progetto ADAMO, in particolare anche sul progetto EcoDigit e sull’Anagrafe delle Competenze.*

*(**) L’AR Sharbaf di UniRM1 è impegnato anche nelle attività del Progetto SISMI*

A seguire il sunto delle attività svolte per ciascun WP (con indicazione dei partner partecipanti, in neretto il principale responsabile della singola azione). Il dettaglio viene fornito solo per le attività che non hanno rilasciato deliverable in questo trimestre, per le altre si rimanda ai dettagli riportati negli allegati alla presente relazione.

	1	2	3	4	M	6	7	8	9	M	1	1	1	1	RM2
WP1: Costruzione, consolidamento e condivisione															
Task 1.1 - Contesto storico															RM2
Task 1.2 - Contesto socio-economico															RM3
Task 1.3 – Comunicazione e disseminazione															ENEA
WP2: Analisi e diagnostiche chimico-fisiche															RM3
Task 2.1 – Spettroscopia ottica															ENEA
Task 2.2 – SM, SIMS e tecnologie chimiche di analisi															RM3
Task 2.3 – Microscopia avanzata e nano-ingegneria															RM1
Task 2.4 – Analisi genetiche, biochimiche e microbiologiche															RM3
Task 2.5 – Diagnostica per immagini															RM2
WP3: Large scale facilities															INFN
Task 3.1 – Spettroscopia IR con Luce di Sincrotrone															INFN
Task 3.2 – Spettroscopia PIXE con fascio di protoni															ENEA
Task 3.3 – Valutazione di tecniche neutroniche															RM3
WP4: Analisi e diagnostiche in situ e remote															CNR
Task 4.1 – Imaging LIF remoto															ENEA
Task 4.2 – Imaging e stratigrafia mediante THz ed NMR															ENEA
Task 4.3 – Diagnostica su fibre di cellulosa e pergamene															RM2
Task 4.4 – Diagnostica di manufatti metallici															RM1
Task 4.5 – Uso dei laboratori mobili LANDA, DICMA e ICVBC															CNR
Task 4.6 – Diagnostiche strutturali acustiche e termografiche															CNR
WP5: Analisi materiali e valutazione trattamenti															TUS
Task 5.1 – Verifica di trattamenti su lapidei e lignei															TUS
Task 5.2 – Sviluppo e validazione di metodi per bronzi, altri materiali															RM3
Task 5.3 – Caratterizzazione di materiali nanostrutturati															RM1
WP6: Sistemi di monitoraggio ambientale															RM1
Task 6.1 – Modellistica per simulazione di degrado ambientale															RM1
Task 6.2 – Monitoraggio della formazione di efflorescenze															TUS
Task 6.3 – Modellistica per simulazione di biodegrado															CNR
Task 6.4 – Diagnostiche spettroscopiche su biodegrado															RM1
Task 6.5 – Sensori FBG per monitoraggio ambientale															ENEA
Task 6.6 – Nanosensori per monitoraggio ambientale															RM3
WP7: Bioarcheologia, antropologia e biologia amb.															RM1
Task 7.1 – Archeobotanica															RM2
Task 7.2 – Antropologia e archeozoologia															RM2
Task 7.3 – Biologia Ambientale															RM3

Legend

- ① Deliverable
- ③ Intermediate Deliverable
- Ⓜ Project Meeting
- Ⓢ Conference

Figura 1 - Diagramma di Gantt di ADAMO, aggiornato al termine del quarto trimestre. Attività svolte evidenziate in rosso

WP1 – Costruzione, consolidamento e condivisione

L'obiettivo generale del WP1 è l'individuazione dei siti su cui applicare le tecnologie e la definizione di un'area che li contenga.

La fase iniziale del lavoro ha riguardato la ricerca e l'acquisizione di dataset cartografici e della cartografia di base per procedere a una valutazione (su base coesiva) delle potenzialità competitive e della sostenibilità dei progetti di valorizzazione territoriale (sistemi locali del turismo - SLOT), applicando modelli e procedure di Territorial Impact Assessment (TIA) coerenti con quelli adottati dal CoR e dalla DG Regio.

Sono state prese in considerazione, sotto il profilo tecnico, diverse soluzioni che sono state descritte e documentate nei SAL precedenti.

L'obiettivo generale del lavoro svolto da RM2 nel primo trimestre del progetto è stato quello relativo alla costruzione di una strategia di valorizzazione d'area per il complesso delle risorse legate ai beni culturali, con particolare attenzione all'individuazione dei siti ove applicare le più sofisticate tecniche e tecnologie di analisi, diagnostica e monitoraggio applicabili ai beni culturali.

Per il raggiungimento di questo obiettivo generale è stata applicata all'area la metodologia STeMA attraverso la produzione di una serie di mappe che hanno costituito i passaggi fondamentali per la costruzione del processo valutativo e di mappe di sintesi. Dall'insieme delle mappe è stato possibile individuare all'interno dell'area una vocazione che l'ha resa la più adatta ad accogliere azioni legate al turismo scientifico, attualmente non valorizzato nel sistema metropolitano romano. All'interno di quest'area sono stati individuati 11 siti, tra loro coerenti, dove procedere con l'applicazione delle metodologie, tecnologie e strumenti diagnostici e di analisi forniti dai partner del progetto DTC ADAMO. Nella scelta dei siti, oltre alle evidenze della prima analisi di contesto (WP1), si è deciso di porre particolare attenzione ai beni presenti al di fuori dei circuiti turistici tradizionali principali, in linea con gli obiettivi preposti dal Progetto Tecnologie di Analisi, Diagnostica e Monitoraggio per la conservazione e il restauro di beni culturali (ADAMO).

Task 1.1 – Il contesto storico

L'area in cui ricade il progetto ADAMO comprende i Municipi I – V - VI – VII – VIII di Roma Capitale e alcuni comuni del subsistema dei Castelli Romani: Albano Laziale, Ariccia, Castel Gandolfo, Ciampino, Frascati, Grottaferrata, Marino, Monte Porzio Catone.

La porzione di area che ricade all'interno del centro storico di Roma Capitale, nel I municipio, più propriamente nelle zone urbanistiche 1C – Aventino e 1X Zona Archeologica, ha una vocazione prevalentemente turistica, data la presenza al suo interno di beni culturali di altissimo pregio e importanza. Partendo da San Nicola in Carcere, costeggiando l'ansa del Tevere dal ponte Palatino al ponte Sublicio, l'area si dirama verso sud est, includendo, tra gli altri, Santa Maria in Cosmedin e il Circo Massimo. Spostandosi verso l'esterno, il confine è segnato da via dei Cerchi e via delle Terme di Caracalla, e più esternamente da via Casilina da un lato e da via Marmorata e via Marco Polo dall'altro, arrivando fino alla via Appia e all'apparato vulcanico dei Colli Albani. Spostandosi dal centro verso l'esterno il VII Municipio è interessato per le zone urbanistiche 9D – Appio, 9E – Latino, 9B Tuscolano sud, 9A – Tuscolano nord, 11D - Pignatelli, 10B Appio Claudio, 10F - Osteria del curato, 10E - Lucrezia Romana, 10C - Quarto Miglio, 10X -

Ciampino, 10L - Morena, 10I - Barcaccia, 10Aa - Don Bosco. Ricadono nell'area le zone urbanistiche 11X - Appia Nord del Municipio VIII; mentre per il VI 8AA - Torre Spaccata, 8C - Giardinetti, 8B - Torre Maura; per il V 6B - Casilino, 6C – Quadraro, 9C Tor Fiscale.

Il territorio oggetto di studio conserva un paesaggio di importanza storica per la sua posizione geografica, caratterizzata da zone pianeggianti alternate a fasce collinari vulcaniche, nei cui crateri si collocano alcuni laghi. Inoltre fu abitato fin dal Paleolitico, divenendo zona di passaggio tra la valle del Tevere, l'Etruria, la Campania, gli Appennini e il mare. Il territorio fu abitato da diverse popolazioni italiche, ivi inclusi i Romani che nel tempo vi costruirono ville, templi e terme. Questa varietà di popoli, ciascuno con una propria cultura, determinò il formarsi di identità riconoscibili di cui permangono tracce negli insediamenti. Le vicende storiche hanno fortemente caratterizzato l'evoluzione del territorio. Al IX - XI secolo risalgono castelli fortificati intorno ai quali sorgono i borghi, che conservano ancora oggi mura, ruderi di edifici romani, rocche, palazzi, abbazie e chiese barocche.

Dall'analisi ex-ante (DB STeMA e relativa metodologia) si è giunti alla localizzazione puntuale (georeferenziazione) degli "elementi di pregio" riuniti in "famiglie" d'origine (beni materiali ed immateriali) secondo la classificazione generale (centri storici; complessi archeologici e monumentali; aree archeologiche vincolate; nuclei storici; elementi archeologici e monumentali isolati; tessuto di infrastrutturazione storica). A questo si aggiunge il patrimonio naturalistico, da cui emerge un insieme di aree protette utili alle indagini previste, tra cui: parchi regionali, laghi vulcanici e agro romano con vigneti, uliveti, frutteti e pascoli "di valenza geo-storica". Tali elementi sono oggi inseriti nei: Parco Regionale dell'Appia Antica, Parco Regionale dei Castelli Romani che include i laghi di Albano e di Nemi, numerosi borghi ricchi di testimonianze preromane e resti di ville e templi. Tutta la zona presenta oggi una forte livello antropizzazione.

Nel territorio in esame, il tessuto di infrastrutturazione storica è stato fortemente condizionato dalla presenza di Roma. Tale polarizzazione ha origine nel IV sec. a.C., quando parallelamente al procedere della colonizzazione romana, l'annessione territoriale è stata sistematicamente accompagnata dalla fondazione di nuove città, dalla modifica dell'assetto del territorio agrario, nonché dalla costruzione di acquedotti e strade. Fra queste ultime è utile, in particolare, segnalare il complesso delle vie Consolari: realizzazioni di straordinaria efficacia urbanistica che, più di qualsiasi altro manufatto, hanno avuto l'effetto di invertire l'andamento prevalente e i caratteri tipici del tessuto di infrastrutturazione territoriale oggi storicizzata.

In questo territorio ricadono e sono stati selezionati come utili alle indagini due principali casi studio: dalla Villa della Piscina (Roma, Centocelle) a Villa Mondragone (Monte Porzio Catone) che si prestano all'applicazione di molteplici metodologie, tecnologie e strumenti diagnostici e di analisi. Nel dettaglio, e secondo quanto previsto dal progetto, il percorso di valorizzazione che origina dalle Mura Aureliane (Porta San Sebastiano-Porta Metronia nel settore Sud della capitale) con uscite verso via Appia Antica e via Labicana Antica (odierna Casilina), prosegue attraverso le Ville sub-Urbane della Zona Centocelle – Appio Latino, passando per Tor Vergata (scavi della Villa rustica di Passolombardo) e il correlato Museo Archeologia Per Roma (APR), per raggiungere i Castelli Romani sulla direttrice Monte Porzio Catone (Villa Mondragone) – Frascati (Palazzo Vescovile) – Ariccia (Palazzo Chigi). A latere l'itinerario si conclude con le Catacombe Ad Decimum (sull'Anagnina) a sud.

Nell'insieme questi siti coprono gli archi temporali di interesse progettuale: dal periodo romano imperiale al tardo antico, al rinascimentale e barocco.

Sotto il profilo di interesse tecnologico, correlando siti e tecnologie si ricava il seguente elenco:

- Basilica di san Nicola in carcere (interventi di diagnostica in cantiere nel corso del restauro: monitoraggio in situ delle infiltrazioni di umidità T4.2 e T4.6, caratterizzazione in situ dell'affresco absidale T4.1, T4.5)
- Mura Aureliane nel tratto di Porta San Sebastiano (sensori in fibra ottica per monitoraggio della variazione dei parametri ambientali sulla struttura T6.5) [accordo con ENEA in essere]
- Scavi della Villa della piscina a Centocelle, ricostruzione di affreschi da frammenti per esposizione nel costruendo Museo del parco urbano (caratterizzazione di materiali, con tecniche di laboratorio ed in situ T2.1, T2.2, T2.3; T3.1, T3.2; T4.1)
- Scavi Villa Rustica di Passolombardo e Museo APR valutazione delle tracce di vita (reperti vegetali e alimentari, ossa umane da sepolture T2.4; T7.1, T7.2, T7.3)
- Catacombe Ad Decimum di Grottaferrata e dei SS. Marcellino e Pietro a Tor Pignattara (stato di conservazione delle decorazioni/affreschi T4.1 e T4.6, effetti del microclima e biodegrado T6.4 e T.7.3) [precedente accordo ENEA-POAC]
- Villa Mondragone stato di conservazione dei lapidei nei giardini e nelle fontane T2.4, T5.1, T5.3, T6.4) [proprietà Uni. Tor Vergata]
- Palazzo Vescovile di Frascati (integrazione virtuale di affreschi, stato di conservazione di pareti dipinte sia affreschi che su tela da parati, infiltrazioni di umidità eventuale bio-degrado T4.1, T6.4)
- Museo di Palazzo Chigi ad Ariccia (diagnostiche su reperti seicenteschi esposti: tele, ceramiche, carte, oggetti metallici, cuoio da parete T2.5; T3.1; T4.1, T4.2, T4.3, T4.4, T4.6)

Il Task 1.1, così come riportato nel SAL1, ha prodotto come risultato l'individuazione dell'area di studio ("PRIMA INDIVIDUAZIONE AREA DI STUDIO" - *allegato n.1* al SAL1) entro la quale ricadono i siti scelti per l'applicazione delle tecnologie di analisi, diagnostica, monitoraggio per la conservazione e il restauro dei beni culturali. Già al SAL2 il task è stato completato riportando gli ultimi risultati nell'allegato congiunto del T1.1 e T1.2.

Task 1.2 – Il contesto socio-economico

In questo ultimo periodo il gruppo di **UniRoma2** ha ultimato lo studio di dettaglio del territorio, completando nella realizzazione della cartografia utile e necessaria per la realizzazione della proposta di piano turistico sostenibile nell'area di ADAMO, come sotto dettagliato.

L'inquadramento territoriale dell'area non può prescindere da un'analisi della popolazione ponendo attenzione alle tematiche più prettamente demografiche (età, sesso, indice di mascolinità, indice di vecchiaia) alla densità abitativa, all'istruzione e all'offerta di lavoro, ecc.; delle condizioni economiche con particolare riferimento al numero di imprese per settori, numero di addetti per settori, ecc. Gli ambiti individuati come Municipi di Roma Capitale e "Castelli Romani", la cui struttura è composta da comuni, cellule di un aggregato più ampio di pianificazione e gestione del territorio, sono state attenzionate nel presente lavoro che ha preso avvio dall'analisi dei dati a livello comunale al fine di costruire una visione del territorio sistematica e completa.

Il quadrante che ricade nell'analisi è quello a Sud Est di Roma capitale, un'area destinata prevalentemente a servizi commerciali e a servizi per la ricerca e l'università. La parte più esterna, quella più a ridosso del GRA,

viene di fatto considerata parte di un polo, quello di Romanina-Cinecittà/Torre Spaccata, in relazione a una precisa ipotesi di organizzazione della domanda di spazi produttivo-residenziali. Da questo punto di vista, l'area era già stata di fatto inserita in un modello a cerchi concentrici (isocrone di percorrenza) come nodo di un sistema ad alta infrastrutturazione, soggetto a ulteriore potenziamento quale la realizzazione della linea metropolitana C). Tale polo assurge al ruolo di diffusore della qualità urbana intercomunale, intendendo con ciò un luogo in cui si concentra potenzialmente un insieme di condizioni utili alla localizzazione di un tessuto insediativo residenziale e, nel contempo, di servizi generali, rari, in parte già esistenti, ma con un forte potenziale di implementazione nei settori ad alta tecnologia: comunicazione, ICT direzionale, R&S, alta formazione.

Considerata accessoria alla riqualificazione del settore Sud-Orientale, sino a oggi gravitante sulla via Tiburtina (Prenestina e Casilina), il territorio di Tor Vergata (ove ricadono alcuni siti individuati per l'applicazione delle tecnologie ai beni culturali), viene ritenuta un'area fondamentale per la realizzazione della connessione metropolitana a Sud-Est. A Romanina-Tor Vergata è attribuito da un lato il valore di centroide/baricentro per la determinazione della soglia/portata dei servizi banali nel bacino Casilina/Anagnina/Tuscolana, in un'ottica che utilizza modelli tradizionali per la localizzazione delle attività produttive; dall'altro il valore di centro cuscinetto per la Città metropolitana. Tor Vergata, rappresenta, agli occhi dei pianificatori, anche dal punto di vista morfologico, l'unica connessione longitudinale con l'area Est, in quanto convergente sul polo Casilino (su cui gravitano già Torre Angela, Torre Maura e Tor Bella Monaca) da un lato, e su quello di Cinecittà dall'altro (su cui già la "Variante delle Certezze" riversava Torre Spaccata, la Tuscolana e parte dell'Appia).

Sarebbe quindi applicata a quest'area la normativa già articolata per il recupero urbano (Legge Regionale 18 luglio 2017, n. 7 "Disposizioni per la rigenerazione urbana e per il recupero edilizio) estendendola ai nuovi interventi di edilizia residenziale e a servizi dell'intera area vasta dei nuovi interventi di edilizia residenziale e a servizi; un'idea un'iniziativa poco lungimirante poco vincente, poiché ha avvalorato il ruolo localistico di gran parte delle attività che si svolgono nell'area di piccola e media dimensione presenti.

Più nello specifico, nell'area ricade anche la zona urbanistica di Cinecittà ove sono state trasferite alcune funzioni amministrative (molte sono le ipotesi che si sono susseguite: dall'Agenzia delle Entrate all'Ispettorato del Lavoro) e di servizio territoriale (la costruzione del Policlinico nell'area universitaria, l'impianto stabile del CNR e della Banca d'Italia), intensificando così il legame con i comuni dei Castelli Romani lungo la via Tuscolana; ma anche dall'incompleta realizzazione del Programma comunitario URBACT II e III, lascia Tor Bella Monaca e Torre Angela priva di un'effettiva area di servizio ai cittadini e del previsto "incubatore" per l'artigianato e la PMI.

Tor Vergata è stata inserita anche nel modello di funzionamento della rete di trasporto pubblico, in quanto è stata ammessa dal Piano della Mobilità la realizzazione di tracciati tangenziali in sede propria su gomma (direttrice Tor Bella Monaca, Torre Angela, Tor Vergata, Anagnina a servizio dell'Università e del vecchio programma Urban Tor Bella Monaca), essendo considerata una delle "porte di accesso alla città", nonché nodo di scambio metropolitano.

Uscendo da Roma Capitale, l'area di progetto si estende fino ai Castelli Romani ove sono stati individuati numerosi siti per le applicazioni di ADAMO. Questo territorio ha una vocazione più propriamente legata alle caratteristiche naturali ed edafiche del territorio. Infatti i Castelli sono noti per la loro produzione vitivinicola. Inoltre, la presenza dell'apparato vulcanico dei Colli Albani ha alimentato un'importante attività estrattiva di materiali da costruzione quali tufi, pozzolane, blocchi di lava. La vicinanza a Roma Capitale

favorisce le attività economiche, per la pressione residenziale, per la presenza di un consistente bacino di domanda, ma anche per la fruizione di beni infrastrutturali e di servizi di livello superiore. Dal punto di vista infrastrutturale l'area è attraversata dall'A1; da arterie stradali quali l'Appia, la Tuscolana e la Casilina; dalla rete ferroviaria, ed è caratterizzata dalla presenza dell'Aeroporto di Ciampino. Si segnala, inoltre, la presenza di strutture di servizio pubblico (sanità, istruzione superiore, ecc.) e la vicinanza con altre strutture superiori di studio e di ricerca, la già citata Università di Tor Vergata, ESA-ESRIN, ASI ecc. Questa porzione di territorio mantiene sostanzialmente una vocazione rurale, in cui sono localizzabili presenza centri medio grandi, ampie aree agricole e aree naturalistiche.

Conclusioni: A seguito dell'analisi di contesto storico, ambientale e socio-economica è stata individuata l'area nel quadrante sud-orientale della città metropolitana di Roma Capitale (NUTS3), ove è possibile riconoscere "una complessa storia di stratificazione che lega il processo di trasformazione dell'ambiente al cambiamento della società nei diversi tempi storici". L'area individuata è delimitata dal tratto delle mura di Porta San Sebastiano, dalla Regina Viarum Via Appia che qui ha origine, e dalla Via Casilina fino a Castelli Romani (limitatamente a Frascati, Monteporzio Ariccia).

L'obiettivo strategico generale per l'area si inquadra nello sviluppo e gestione dell'impresa parco integrato Appia-Castelli e include la valorizzazione del turismo ricettivo, la fruizione del paesaggio naturale e del paesaggio storico-archeologico, la gestione integrata della risorsa idrica potabile e l'implementazione del sistema integrato istruzione - ricerca - alta sperimentazione.

La proposta di Piano turistico strategico e sostenibile (all.T1.2_1) realizzata per il progetto ADAMO si basa sull'analisi contestuale delle componenti specifiche del territorio e del contesto turistico in cui si cala. In tale processo di analisi strategica integrata è stata valutata la disponibilità delle risorse e delle competenze riscontrabili nell'area nel suo complesso al fine di individuarne i principali fattori di attrattività e di differenziazione rispetto a sistemi turistici già presenti nelle aree limitrofe e nelle zone più centrali di Roma Capitale. Inoltre tenendo conto dei criteri della sostenibilità la proposta tiene conto di quanto già esistente proponendo in alcuni casi una nuova lettura dei percorsi e dell'utilizzo delle risorse turistiche esistenti.

La proposta di Piano turistico strategico e sostenibile realizzata intende rivitalizzare una porzione di territorio considerato periferico, sfruttando gli aspetti culturali, economici, sociali e ambientali dell'area. Attraverso l'ideazione delle proposte e dei percorsi suggeriti, si propone uno sviluppo dell'area il più possibile sostenibile, che si affida allo sviluppo delle specificità territoriali dell'area attraverso quei presupposti «indispensabili per diminuire le disuguaglianze, favorire l'integrazione, la coesione sociale e territoriale, per avere opportunità di lavoro e studio senza obbligo di spostamento» (Decreto n. 111 del 01/06/2016, Documento di indirizzo del Piano Strategico della Città Metropolitana di Roma Capitale).

Nel medesimo periodo il gruppo di **UniRoma3** ha ultimato l'analisi del contesto Socio Economico nel territorio del progetto Adamo, valutando le dimensioni di successo per la costruzione di un business model sostenibile di destinazione. I risultati sono riportati nel rapporto di progetto (all.T1.2_2) e sintetizzati nel seguito.

In questa task si propone lo studio dei business model diffusi all'interno delle destinazioni culturali sostenibili, ovvero in grado di gestire i quattro obiettivi: economico, sociale, ambientale e culturale. Tale studio, affrontato attraverso l'analisi delle *best practice* europee, propone cinque business model applicabili con successo alle destinazioni turistiche sostenibili a partire dalle diverse condizioni di contesto e di preferenza -sociale, culturale e politica- che si manifestano all'interno del territorio di applicazione.

Ampiezza del territorio di riferimento, entità e stabilità nel budget e nelle priorità politiche di investimento pubblico sono le variabili di contesto che caratterizzano i nodi decisionali del business model di destinazione.

Territori più ampi sono spesso caratterizzati da maggiore diversità nelle esigenze degli operatori che li popolano e tendono quindi a manifestare una maggiore complessità di gestione degli stakeholder. Alcuni business model richiedono investimenti iniziali di grandi dimensioni, impossibili da realizzare in assenza di alto budget pubblico; altri business model, pur non richiedendo enormi investimenti iniziali richiedono una costante manutenzione dei servizi e delle relazioni, impossibile da mantenere in presenza di budget di entità incerta. La stabilità nelle priorità di valorizzazione e finanziamento rappresenta altresì una variabile importante per configurare il miglior business model, per le motivazioni già illustrate. Infine, la volontà o possibilità per l'organismo deputato alla gestione della destinazione, di coinvolgere attivamente gli stakeholder, sia nella gestione che nei processi decisionali, è discriminante per la scelta del business model di destinazione più efficace. Sulla base dell'analisi di tali elementi, si è sviluppato il percorso di scelta e i passaggi per i nodi decisionali che conducono ad uno dei cinque business model sostenibili: hub di servizi, hub di servizi integrati, Club di servizi, piattaforma ecosistema chiuso e piattaforma ecosistema aperto.

Analizzando il bacino di destinazione all'interno dell'area di studio ADAMO, si configura un territorio di media grandezza caratterizzato da un'ampia diversificazione sia nella conformazione territoriale (città, sobborghi, parchi, monumenti storici con funzioni e dimensioni differenti, etc.) che degli stakeholder coinvolti e coinvolgibili nella sua gestione.

I servizi forniti dalla destinazione potrebbero essere gestiti in formula club, dove le competenze complementari dei partecipanti offrono scalabilità e stabilità nel tempo. Grazie ad investimenti come quelli operati tramite DTC Lazio, il bacino Adamo potrebbe configurarsi come una piattaforma ad ecosistema chiuso, fornendo al bacino leve di competenza, di finanziabilità esterna (maggiore affidabilità finanziaria nella richiesta di erogazioni liberali o di apertura di linee di credito) e quindi di scalabilità progettuale, sia economica che temporale.

Parte dell'attività di ricerca condotta a UniRoma2 è stata oggetto della pubblicazione: Maria Coronato and Maria Prezioso "The Network of Protected Areas (NPA) as an Instrument to Implement Cross-Border Public Services" Urban Sci. 2019, 3(3), 97; <https://doi.org/10.3390/urbansci3030097> (all.T1.2_3).

Task 1.3 – Comunicazione e disseminazione

Le attività di comunicazione sono proseguite sul sito di progetto appositamente realizzato nel semestre precedente progettoadamo.enea.it in particolare con il costante aggiornamento dei risultati delle attività e la segnalazione degli eventi di rilievo per il progetto. Quest'ultima è stata prontamente rimbalzata anche sul sito del DTCLazio.

Per la disseminazione sui media è stata eseguita il 9/10/2019 una ripresa di TG Leonardo durante l'ultima campagna a Palazzo Chigi di Ariccia, che ha avuto come oggetto le misure in situ con spettroscopia Raman (**UniRoma3**) e Laser scanner (**ENEA**) ed è andata in onda il 18/11/2019. Sono state inoltre eseguite riprese presso il Laboratorio DIM di **ENEA** Frascati da parte della troupe RAI che ha effettuato un servizio sulle

diagnostiche ENEA mediante prototipi di laser scanner, andato in onda su Rai news 24 - focus 24 del 14/12/2019.

I partecipanti al WP4, e in particolare ENEA con il suo gruppo REL (relazioni esterne), si sono inoltre fatti carico di raccogliere su ciascun sito materiale fotografico per documentare l'attività svolta e metterla a disposizione per la realizzazione congiunta del docufilm finale, che è stato rilasciato sui media (<https://www.youtube.com/watch?v=Me80dtvBfOw&feature=youtu.be>) il 23/1/2019 e condiviso sia sul sito di progetto (<http://progettoadamo.enea.it/vedi-il-docufilm-sul-progetto-adamo/>) che sul sito del distretto <https://dtclazio.it/notizie/docufilm-sul-progetto-adamo-realizzato-da-enea-rel>. Questo **docufilm** intitolato "ADAMO – Interazione con gli Stakeholder" costituisce l'ultima deliverable del task 1.3.

Diversi interventi relativi alle attività del progetto sono stati effettuati in occasione della notte europea della ricerca a fine settembre. In particolare c'è stata la partecipazione INFN-LNF alla Notte europea della ricerca a Matera (26-27/9/2019), con due eventi divulgativi: Conferenza "Luce di Sincrotrone e beni culturali" presso la Scuola di Alta Formazione e studio (26/09/2019 ore 17.00) relatori: M.Romani e L. Pronti; Laboratorio "Affreschi all'Infrarosso" alla chiesa rupestre di S. Lucia alle Malve 27/09/2019 dalle 19.00 alle 21.00 (attività svolta in collaborazione con ISCR), relatori M. Cestelli Guidi, M. Romani e L. Pronti. Inoltre c'è stata la partecipazione alla Notte della Scienza (29/9/2019), curata da Scienza Insieme presso l'Area di Ricerca di Tor Vergata del CNR, con il Laboratorio "LE OPERE D'ARTE, UN PATRIMONIO DA SALVAGUARDARE" con apertura del Laboratorio CNR LARCH.

La dott.ssa R. Fantoni ha presentato su invito l'intervento "Tecnologie digitali per la diagnostica dello stato di conservazione dei beni culturali" a Tuscia Makers, Viterbo 27/09/2019 tenuto nell'ambito della sessione "Academy: Beni culturali Innovazione tecnologica per la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale" a cura di Innova camera del Lazio.

Il progetto ADAMO ha fornito un contributo fondamentale per la presentazione dei risultati ottenuti durante l'evento "UN ANNO DI DTC LAZIO. 1° CONVEGNO ANNUALE DEL DISTRETTO TECNOLOGICO BENI E ATTIVITÀ CULTURALI DELLA REGIONE LAZIO" Sapienza 30/09/2019. Sono stato infatti presentati n. 14 speed pitch e relativi poster sui risultati di attività svolte nell'ambito del progetto; R. Fantoni e M. Cestelli Guidi hanno preso parte alla tavola rotonda sull'innovazione nelle diagnostiche per i BC. Il testo di tutti gli interventi è stato scritto ed è in corso di pubblicazione a cura del DTC negli atti dell'evento.

Nel medesimo periodo ha avuto luogo la partecipazione dell'INFN alla fiera LUBEC 2018 (3-4/10/2019) (<https://www.lubec.it/>) con presentazione delle diagnostiche INFN ed ENEA sviluppate anche congiuntamente in ADAMO. La disseminazione dell'evento è avvenuta tramite la rete INFN, mediante news CHnet.

Nell'ambito delle attività di disseminazione del progetto l'associazione CODIS "Associazione per il Controllo, la Diagnostica e la Sicurezza di Strutture, Infrastrutture e Beni Culturali" ha invitato la dott.ssa R. Fantoni che ha organizzato a tenere la relazione "Diagnostiche laser remote per l'acquisizione di informazioni sulla composizione e la morfologia di superfici monumentali" al II CONGRESSO NAZIONALE "Le Strutture esistenti e i nuovi soggetti operanti a seguito del DL Sblocca Cantieri" (Firenze 7-8/11/2019).

Da parte del coordinatore di progetto, coadiuvato dal responsabile del WP4, è stata effettuata l'organizzazione del Workshop di progetto pubblico al Palazzo Chigi di Ariccia "Le tecniche diagnostiche utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia" con 11 relazioni orali, anche in questo caso tenute principalmente di giovani assunti sul progetto, ad Ariccia 15/11/2019.

Fra i principali eventi disseminativi nel periodo vi è stata la partecipazione del progetto a Ro.M.E. allo stand della Regione Lazio 27-29/11/2019 (Fiera di Roma). La partecipazione è consistita in: slide show del progetto ADAMO, distribuzione della brochure di progetto "Progetto ADAMO un anno di risultati" appositamente realizzata da ENEA, dimostrazione di strumenti portatili dell'INFN, dimostrazione di strumento portatile del gruppo ACULAB Roma3.

Presso l'aula magna del Rettorato Roma Tre è stato organizzato l'evento "La Fisica Incontra la Città" e per il progetto ADAMO il dott. Luca Tortora ha presentato l'intervento: "L'arte ed i suoi segreti: la fisica per svelarli".

Per quanto riguarda le attività di disseminazione internazionale la dott.ssa M. Cestelli Guidi ha presentato l'intervento "FTIR Synchrotron Radiation analyses on cultural heritage" al Forum Italia-Argentina 2019: "Tecnologie nucleari e digitali per i beni culturali e la fisica applicata" il 20-21/11/2019 a Buenos Aires.

Parte delle attività INFN ed ENEA nel progetto ADAMO sono state presentate alla "Scuola del Patrimonio - International School on Cultural Heritage", organizzata presso i INFN-Laboratori Nazionali di Frascati 12/12/2019 con tre contributi da parte di INFN (WP3), ENEA (WP4) e INFN/UniRM3 (WP2-4).

Le attività di disseminazione scientifica più propriamente detta hanno riguardato:

- 6 contributi scientifici per la 4TH International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, 4-6/12/2019, Florence, relativamente ad attività dei WP2 – 4 e del WP6.
- 1 contributo al Convegno Dyes & History in Archaeology, Amsterdam 7-8/11/2019, con presentazione congiunta UniRM1 e UniRM3 di risultati relativi al T2.2.

Nell'ambito della manifestazione "Fuori dai Fori", su invito della sovrintendenza archeologica di Roma, è stata tenuta al Museo delle Terme di Diocleziano una conferenza divulgativa riguardante la presentazione delle attività svolte presso la Basilica di San Nicola in Carcere (14/01/2020, ore 16:00) [WP4].

Presso UniRM3 si è tenuta la Giornata Ricerca Dipartimento Scienze 22/01/2020: presentazione: "Antifouling nanodevices for the development of an innovative multifunctional coating"

Il CNR-IAC e UniRM1 hanno congiuntamente organizzato il Workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio", Roma 22/01/2020 presso CNR-IAC, dove sono stati presentati 8 contributi relativi al Progetto ADAMO.

La lista completa della partecipazione a conferenze internazionali, nazionali e workshop è comunque riportata nella sezione 5.

WP2 – Analisi e diagnostiche Chimico-fisiche

Task 2.1 – Analisi con Spettroscopia ottica

Come nei trimestri precedenti, l'attività di questo task è stata interamente svolta su frammenti di affresco romano dalla Villa della Piscina di Centocelle, Roma. Nel periodo di riferimento è accettato il lavoro: M. Sbroscia, M. Cestelli-Guidi, F. Colao, S. Falzone, C. Gioia, P. Gioia, C. Marconi, D. Mirabile Gattia, E.M. Loreti, M. Marinelli, M. Missori, F. Persia, L. Pronti, M. Romani, A. Sodo, G. Verona-Rinati, M. A. Ricci, R. Fantoni "Multi-analytical non-destructive investigation for the reconstruction of decorative apparatuses of "Villa della Piscina" in Rome" *Microchemical Journal* in corso di pubblicazione, December 2019. DOI: 10.1016/j.microc.2019.104450 ([all.T2.1_1](#)).

Nell'ambito di questo task è stato messo a punto l'utilizzo di un sistema LIBS di laboratorio "low cost" per analisi stratigrafiche su frammenti policromi di materiale archeologico, eseguibili anche in situ presso gli scavi o nel deposito dei reperti. Il sistema è stato applicato con successo ai frammenti di affresco dalla Villa della piscina, dimostrando la fattibilità delle misure stratigrafiche ed ottenendo informazioni complementari a quelle relative all'utilizzo delle altre tecniche spettroscopiche per caratterizzazione atomica e molecolare.

I risultati relativi ai protocolli di misura messi a punto per le misure stratigrafiche LIBS di laboratorio (con risoluzione in spessore circa 3 micron), eseguite su un campione caratteristico di ciascuno dei quattro gruppi di frammenti identificati dalle archeologhe nei locali delle terme della Villa sono stati riportati nella pubblicazione "LIBS stratigraphic characterization of ancient Roman painted wall fragments" (autori: R. Fantoni, V. Lazic et al.) in corso di sottomissione per la pubblicazione alla rivista *Spectrochimica Acta B*. Le informazioni ottenute hanno riguardato principalmente la tecnica di esecuzione degli affreschi e la provenienza dei pigmenti utilizzati.

T2.2 - Spettrometria di massa, SIMS, e tecnologie chimiche di analisi.

Il gruppo di **UniRoma1** ha terminato l'analisi SERS dei cuoi da parati, identificando i coloranti organici utilizzati e rilasciando i risultati in un rapporto ([all.T2.2](#)). L'attività di ricerca è stata finalizzata all'individuazione di protocolli di analisi attraverso tecniche di spettrometria di massa e tecniche chimiche di analisi per coloranti naturali da matrici tessili e pittoriche. Oggetto di questa prima sperimentazione sono stati alcuni campioni di cuoio dipinti appartenenti ai paramenti di Palazzo Chigi. Scopo di questa indagine è stato lo sviluppo di un metodo di estrazione e analisi mediante spettroscopia SERS e spettrometria HPLC-HRMS per l'identificazione dei coloranti impiegati per la realizzazione di questi materiali artistici.

I risultati dell'attività congiunta fra **UniRoma1** e **UniRoma3** sono stati presentati al convegno "Dyes & History in Archaeology" tenutosi ad Amsterdam (7-8/11/2019), come contributo dal titolo: "New approach for dyes extractions with gel: application of ammonia-EDTA for microextraction from textiles" (Autori: Ilaria Serafini, Giulia Germinario, Alessandro Ciccola, Ludovica Ruggiero, Marco Sbroscia, Flaminia Vincenti, Claudia Fasolato, Armida Sodo, Marcella Ioele, Fabio Talarico, Paolo Postorino, Roberta Curini).

T2.3 – Tecniche di microscopia avanzata e nanoingegneria.

Le attività di microscopia avanzata presso **UniRoma1** sono state effettuate in collaborazione con **ENEA**, nell'ambito dello studio del Biodegrado e Studi di Micro-Biologia a seguito di trattamenti di cura con Radiazioni Ionizzanti eseguiti su pergamene e su cuoi da parati. Si tratta quindi di attività a cavallo tra i task T2.3 e T4.3, i risultati finali dello studio sono riassunti nel rapporto allegato a quest'ultimo (v. oltre).

Per quanto più strettamente pertinente a questo task, l'attività ha riguardato la collaborazione fra **ENEA** e **UniRM1** finalizzata alla conclusione della caratterizzazione morfologica con microscopia SEM e AFM, del danneggiamento indotto su pergamena trattata con radiazione ionizzante.

I risultati sono stati presentati *a congresso*: M. Vadrucci, C. Cicero, G. De Bellis, F. Mercuri, Evaluation of the effects of the X-rays irradiation on collagen matrix: a new proposed disinfection method, THE PHYSICS OF PARCHMENTS - Experimental and historical approaches - A multidisciplinary workshop, University of Namur Arsenal, Salle « Le Grenier » Rue Bruno 11 - 5000 Namur – Belgium, 28–29/11/2019; e riportati nell'articolo scientifico: M. Vadrucci, C. Cicero, G. De Bellis “Nanoscale evaluation of the effect of X-rays irradiation on parchment artefacts through AFM and SEM” accettato per pubblicazione su Applied Surface Science, 2020 ([all.T2.3](#)).

T2.4 - Analisi genetiche, biochimiche e microbiologiche

Relativamente alla caratterizzazione sia microscopica che microbiologica dei campioni di cuoi da parati prelevati a palazzo Chigi di Ariccia ed esaminati sia tal quale che dopo irraggiamento mediante raggi X per disinfestazione, effettuate dai gruppi di **UniRM1**, **UniRoma2** ed **ENEA** si è già riferito al T2.3.

Le attività di **UniRoma3** sullo studio del biodegrado delle fontane di Villa Mondragone si sono concluse in questo periodo con la pubblicazione dei risultati in: Bartoli F., Ellwood n. T. W., Bruno L., Ceschin S., Rugini L., Caneva G., “Ecological and taxonomic characterization of *Trentepohlia umbrina* (Kützing) Bornet growing on stone surfaces in Lazio (Italy)”. Annals of Microbiology 2019, DOI: 10.1007/s13213-019-01472-9.) ([all.T2.4](#)).

T2.5 – Diagnostica per immagini: RX, Riflettografie, UV, TC

Il Task è stato precedentemente chiuso, come riportato in SAL4.

WP3 – Analisi mediante large scale facilities

Task 3.1 – Spettroscopia IR mediante luce di Sincrotrone

Presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN è proseguito il lavoro di interpretazione dei dati, relativo alle misure di spettroscopia infrarossa in situ, effettuate sugli affreschi romani provenienti dalla Villa della Piscina (i campioni analizzati e l'elaborazione dei dati sono già stati descritti nel rapporto T.3.1 della SAL4). Presso la facility DAFNE-LUCE (INFN-LNF) sono state inoltre realizzate delle sezioni stratigrafiche di alcuni campioni di affresco che sono state analizzate mediante micro-spettroscopia FT-IR con sorgente convenzionale e con Microscopio elettronico a scansione (SEM) accoppiato a spettroscopia di raggi X a dispersione di energia (EDS). Le analisi al SEM-EDS sono state svolte da Giacomo Viviani, e sono state propedeutiche e complementari alle analisi di spettroscopia FT-IR.

Le analisi micro FT-IR svolte hanno previsto l'uso di due detector, un MCT a singolo punto e un detector multicanale denominato Focal Plane Array (FPA), che rappresenta una delle strumentazioni più all'avanguardia in questo settore, poiché permette di ottenere contemporaneamente informazioni spettroscopiche e spaziali ed analizzare campioni con una risoluzione dell'ordine dei 3-5 micron.

I risultati ottenuti sono poi stati confrontati con quelli acquisiti presso la beamline SISSI della facility di Luce di Sincrotrone di Elettra, a Trieste. Le analisi presso Elettra sono state effettuate nel mese di settembre 2019, in base al tempo macchina concesso (20-21/09/2019) e successivamente analizzati nell'ultimo periodo.

L'utilizzo della luce di sincrotrone nel campo dei BC è fondamentale per poter rivelare piccole quantità di materiale e per studiarne la distribuzione anche in stratigrafia. Lo spessore tipico degli strati analizzati è dell'ordine delle decine di μm , una risoluzione generalmente non accessibile con strumentazione da banco e/o con sorgenti convenzionali. Questi aspetti consentono di misurare campioni molto complessi ed eterogenei (matrici minerali e organiche, fasi amorfe e cristallizzate, elementi principali e minori).

I risultati sono riportati nel rapporto All.T3.1b e hanno mostrato che l'utilizzo della luce di sincrotrone, unita ad un'analisi statistica dettagliata (analisi delle componenti principali PCA, Hierarchical cluster analysis etc.) consente di discriminare alcuni composti utili a ricostruire la ricetta con cui si è realizzato il pigmento e quindi separare quei frammenti di affreschi che presentano la stessa composizione chimica.

I risultati finali sono oggetto della pubblicazione sottomessa:

- Lucilla Pronti, Martina Romani, Giacomo Viviani, Chiaramaria Stani, Patrizia Gioia and Mariangela Cestelli Guidi, "Advanced methods for the analysis of Roman wall paintings. Elemental and molecular detection by means of synchrotron FT-IR and SEM micro-imaging spectroscopy", Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali. (All .T3.1)

Nell'ambito di questo task sono stati inoltre elaborati dal gruppo INFN-LNF risultati di misure in situ eseguite nel trimestre precedente:

- ✓ Nel sito di Palazzo Chigi (Ariccia) I risultati ottenuti nella caratterizzazione dell'opera "Sanguigna di Gian Lorenzo Bernini" sono stati integrati con quelli delle misure Raman in situ ad alta risoluzione eseguite da UniRoma3, con le misure di fluorescenza dei raggi X eseguita dal CNR e le misure LIF

eseguite da INFN-RM2. I risultati sono oggetto della pubblicazione congiunta in fase di preparazione:

M. Romani, L. Pronti, M. Sbroscia, F. Petrucci, O. Tarquini, G. Verona-Rinati, M.A. Ricci, A. Sodo, M. Colapietro, M. Marinelli, A. Pifferi, M. Cestelli-Guidi, "St. Joseph with the Child" by Gian Lorenzo Bernini: a definitive artwork or just a preparatory drawing? A multidisciplinary study of the only autograph painting of the Artist, preserved at Palazzo Chigi of Ariccia (Rome)

- ✓ Presentazione dei risultati ottenuti su dipinti del Museo del Barocco. I risultati sono stati presentati da M. Romani al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Indagini multispettrali e spettroscopiche su tele e dipinti murali.
- ✓ Chiesa di S. Nicola in Carcere, Roma. I risultati dell'intera attività di caratterizzazione dei materiali nell'affresco, assieme a quelli ottenuti dai gruppi **INFN-TorVergata** ed **ENEA** (XRF, Raman, TG-LIF) nel WP4, sono oggetto di un lavoro congiunto che vede anche la partecipazione della Sovrintendenza Capitolina e dell'impresa di restauro Euresarte. Il lavoro è in fase di preparazione: M. Romani, L. Pronti, F. Colao, G. Capobianco, C. Seccaroni, A. Puiu, A. Tognacci, A.C Felici, M. Vendittelli, G. Verona-Rinati, M Cestelli-Guidi, G. Bonifazi, S. Serranti, M. Marinelli, M. Mangano, A. Acconci, R. Fantoni, "Multianalytical approach for the interpretation of the Vincenzo Pasqualoni's wall paintings in S. Nicola in Carcere (Rome)

T3.2 – Misure PIXE

Grazie al coinvolgimento personale della responsabile **ENEA** di questo task, dott.ssa Monia Vadrucci, è proseguita la disponibilità degli acceleratori lineari di elettroni, come generatori di raggi X, del laboratorio APAM di ENEA per esperimenti di disinfestazione da microrganismi, con applicazione sia su pergamene (v. T4.3) che su cuoi da parati (v. T2.3). I principali risultati ottenuti e le deliverable rilasciate sono richiamati nei task di pertinenza principale .

Nel periodo di riferimento è stata completata l'analisi e la quantificazione delle misure di caratterizzazione eseguite mediante il sistema PIXE disponibile presso INFN-LABEC con fascio di protoni da 7 MeV su:

- ✓ Frammenti di affreschi dalla Villa della Piscina, Centocelle Roma, per estrarre dalla composizione atomica elementare informazioni sulla tecnica di esecuzione dell'affresco e sulla provenienza dei materiali utilizzati. L'attività è stata svolta in stretta collaborazione con le archeologhe e la sovrintendenza e ha dato luogo alla pubblicazione congiunta "Characterisation of ancient Roman wall painting fragments using non-destructive PIXE and XRF techniques" (autori: M. Vadrucci, A. Mazzinghi, B. Sorrentino, S. Falzone, C. Gioia, P. Gioia, E.M. Loreti, M. Chiari) sottomessa a X-Ray Spectrometry riportata in allegato **(all.T3.2)**.
- ✓ Frammenti di cuoi da parati dipinti da Palazzo Chigi Ariccia, Ariccia (RM). La caratterizzazione dei pigmenti di campioni di cuoio di origine spagnola, olandese e veneziana del XVI-XVII secolo) è stata mirata ad ottenere informazioni principalmente sui metalli utilizzati per argentatura (Ag) e doratura

(Cu, Ni). Mentre è stato rilevato piombo utilizzato nel processo di lavorazione e Ferro/Manganese come terra d'ombra per i contorni dei motivi decorativi. Significative differenze nell'utilizzo dei metalli sono state riscontrate nella discussione con le colleghe spagnole dell'Università di Siviglia che hanno esaminato campioni di un periodo storico antecedente (XI-XII secolo).

T3.3 – Utilizzo di tecniche neutroniche

L'interesse per l'utilizzo di tecniche neutroniche nel campo dei beni culturali è cresciuto enormemente negli ultimi anni e sempre più facilities si sono dotate di linee dedicate allo studio di reperti di interesse archeologico. La possibilità di utilizzare i neutroni per indagini completamente non distruttive e la possibilità di ottenere informazioni su strati profondi di materiale, hanno reso tali tecniche sempre più rilevanti per indagini su beni di natura diversa.

Nell'ambito del progetto ADAMO è stata valutata la possibilità di utilizzare infrastrutture presenti sul territorio per diagnostiche basate su tecniche neutroniche, con particolare attenzione ai reperti archeologici di interesse regionale. Obiettivi principali del task 3.3 sono stati infatti la valutazione dell'applicabilità di tali tecniche nel campo dei beni culturali, l'identificazione delle facilities più adatte e lo sviluppo di un protocollo di misura per diagnostiche sui reperti studiati nell'ambito del progetto ADAMO.

Il Frascati Neutron Generator (FNG) del C.R. ENEA Frascati è stato scelto come sorgente di neutroni veloci a 14 MeV adatta ad effettuare test di fattibilità per individuare il protocollo di riferimento per diagnostiche attraverso Fast Neutron Activation Analysis (FNAA). L'analisi per attivazione neutronica rappresenta infatti una delle tecniche fondamentali per l'analisi qualitativa e quantitativa degli elementi in tracce nel campione e i test condotti su FNG hanno permesso di evidenziarne i punti di forza e gli eventuali limiti per lo studio di reperti archeologici. È stato quindi caratterizzato un frammento di affresco proveniente dalla Villa della Piscina di Centocelle (campione 19) con relativo standard di riferimento con contenuto noto di alcuni dei pigmenti presenti nel reperto. I risultati ottenuti tramite FNAA hanno confermato la presenza di pigmenti a base di ferro nel campione 19 e hanno dimostrato come sia possibile ottenere informazioni quantitative sugli elementi presenti in ciascun pigmento attraverso calibrazione relativa.

Sono stati effettuati due test preliminari su FNG utilizzando un campione standard di ocre rossa su intonachino, nel primo caso, e un frammento di affresco (campione 19) con relativo standard di riferimento per l'ocra gialla e il blu egizio, nel secondo caso.

È stato definito un protocollo ideale per poter effettuare misure di attivazione neutronica con neutroni veloci:

- i. Analisi preliminare sul campione per individuarne i pigmenti di interesse
- ii. Preparazione dello standard di riferimento con contenuto noto di pigmento e forma/dimensioni confrontabili con quelle del reperto archeologico.
- iii. Irraggiamento simultaneo del campione e del relativo standard
- iv. Stima della quantità di ciascun elemento attraverso il confronto delle attività nel campione e nel riferimento.

Attraverso Fast Neutron Activation Analysis è stato possibile determinare la presenza di Fe tramite il ^{56}Mn sia nel frammento di affresco che nel campione di riferimento. Possiamo quindi attribuire la presenza del

Fe nel campione al pigmento e informazioni quantitative potranno essere ottenute dal rapporto delle aree dei picchi degli spettri gamma. L'analisi è in fase di sviluppo.

Nonostante alcuni limiti sperimentali è stato dimostrato come tale tecnica possa essere utilizzata per determinare la presenza di elementi come Fe, Mg, Al, Na e Cl, permettendo di ottenere informazioni quantitative sugli elementi presenti attraverso la calibrazione relativa con uno standard di riferimento.

I risultati principali del Task 3.3 sono descritti in dettaglio nel rapporto allegato (all.T3.3).

WP4 – Analisi e diagnostiche in situ e remote

Nel quinto trimestre di progetto è stata effettuata l'ultima campagna prevista di misure in situ a Palazzo Chigi di Ariccia. L'attività diagnostica si è svolta all'inizio del mese di ottobre e ha visto l'utilizzo della spettrometria Raman portatile sulla Sanguigna dei Bernini e sui busti marmorei di scuola berniniana, di sistemi laser scanner RGB-ITR e IR-ITR (sui quadri di Mario De Fiori e sui cartoni preparatori del Cavaliere D'Arpino), e di indagini mediante il sistema di scansione ad onde THz sui parati in cuoio montati sulle pareti. I risultati sono riportati di seguito nell'ambito dei Task specifici.

Il sopralluogo tecnico eseguito il 6/12/2019 (da Valeria Spizzichino, Laura Bruno UniRM2 e Daniela Uccelletti UniRM1) alle Catacombe Ad Decimum (presso Grottaferrata) ha sorprendentemente mostrato che attualmente in queste catacombe non sussistono gli attesi problemi di bio-degrado, nonostante microclima e materiali siano simili a quelli nelle altre catacombe in zona romana esaminate. Rimandando ad un successivo progetto specifico la valutazione di questa positiva anomalia, ci si è limitati ad una breve campagna con tecniche ottiche su alcuni elementi decorativi, di cui al T4.5.

Task 4.1 – Imaging di fluorescenza remoto

Della sottomissione da parte di **INFN-LNF** della pubblicazione sulla caratterizzazione dell'affresco nel cupolino della Basilica di San Nicola in carcere è stato riferito nel T3.1. R. Fantoni (ENEA) ha presentato una sintesi di tutti i risultati ottenuti mediante tecniche ottiche e spettroscopiche con il contributo intitolato "Diagnostiche innovative in situ applicate nel cantiere di restauro della Basilica di San Nicola in Carcere. Un sito del progetto ADAMO finanziato dalla regione Lazio" all'evento "Fuori dai Fori" tenutosi alle terme di Diocleziano il 14/1/2020.

Da **ENEA** è stata effettuata una ultima campagna di misure 8-11/10/2019 presso Palazzo Chigi di Ariccia con sistema laser scanner RGB-ITR (acronimo di Red Green Blue Imaging Topological Radar) per la digitalizzazione 3D a colori ad alta risoluzione di alcune opere pittoriche presenti nel palazzo. I risultati sono riportati nel rapporto allegato [all.T4.1_1] e presentati da M. Francucci al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Digitalizzazioni 3D nel visibile e nell'IR con tecnologia ITR eseguite su dipinti e cartoni".

Da **ENEA** sono state svolte attività di elaborazione dati e di reporting:

Sui busti marmorei della Galleria di palazzo Chigi di Ariccia – i risultati sono stati presentati da M.F. Caso al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Indagini mediante fluorescenza indotta da laser e spettroscopia Raman sulle patine dei busti marmorei rinascimentali della scuola del Bernini". I risultati delle calibrazioni di laboratorio messe a punto per lo studio sono stati inoltre accettati per la pubblicazione:

V.Spizzichino, L.Bertania, L.Caneve, M.F.Caso “Rapid analysis of marble treatments by laser induced fluorescence” su *Optical and Quantum Electronics* [all.T4.1_2]. Le aree dei busti con emissione di fluorescenza alterata hanno costituito il target del successivo studio mediante spettroscopia Raman portatile, eseguito nella campagna di ottobre, di cui si tratterà nel T4.5.

Sulle misure raccolte al Palazzo Vescovile di Frascati, presentate alla conferenza METROARCHEO 4th International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural heritage (Firenze 4-6/12/2019): L. Caneve, M. Francucci, M. Guarneri, M. Mongelli, V. Spizzichino “Integrated approach for non-invasive diagnostic investigation at the Bishops Palace of Frascati” e pubblicate nei relativi proceedings (all.T4.1_3).

Da INFN-RM2 sono state svolte le seguenti attività relative al sito di Palazzo Chigi, Ariccia:

- ✓ Sono state eseguite altre misure di LIF con il prototipo portatile, sviluppato nell’ambito del progetto, sulla Sanguigna del Bernini. I risultati sono oggetto della pubblicazione in fase di preparazione, precedentemente citata nel T3.1.
- ✓ Le misure di imaging multispettrale e riflettografia SWIR, effettuate su due dei dipinti di Mario Nuzzi, sono oggetto di una pubblicazione in fase di preparazione, realizzata in collaborazione con l’Istituto di Cristallografia del CNR. Il titolo provvisorio è:
Lucilla Pronti, Martina Romani, Ombretta Tarquini, Gianluca Verona-Rinati, Marcello Colapietro, Augusto Pifferi and Mariangela Cestelli-Guidi, “Preliminary insights into the “Portrait of Mario Nuzzi” painting. An analytical study on the Mario Nuzzi’s pictorial production and its collaborations”

Per quanto riguarda le misure effettuate sul sito di San Nicola in carcere, è in fase di preparazione una pubblicazione, già citata nel T3.1.

Task 4.2 – Imaging in situ e in profondità mediante NMR e THz portatili

Nel terzo trimestre sono state concluse entrambe le attività in carico rispettivamente al CNR e all’ENEA.

- ✓ Imaging NMR - attività svolta dal **CNR-ISB**
 - Basilica di San Nicola in Carcere –. E’ in corso di stesura una pubblicazione scientifica congiunta intitolata “Moisture damage in ancient masonry: a multidisciplinary approach for in situ diagnostics” (autori Calicchia P., Colao F., De Simone, Capitani D., Di Tullio V., Luvidi L., Tati, Prestileo F., Proietti N. – T4.2, T4.1, T4.5 e T4.6) che verrà sottomessa alla rivista: NDT & E INTERNATIONAL Independent Nondestructive Testing and Evaluation. I risultati sono stati presentati da Noemi Proietti al Convegno “Fuori dai Fori” tenutosi a Roma il 14/01/2020 assieme a Paola Calicchia per la parte di rilievi acustici di cui al T4.6.
 - Misure in situ sui cuoi da parati di palazzo Chigi – i risultati sono stati presentati da N. proietti al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019, con il contributo intitolato “Misure di risonanza magnetica portatile e spettroscopia di risonanza magnetica allo stato solido per la caratterizzazione delle stato di conservazione dei cuoi da parati”.

✓ Imaging al THz – attività svolta da **ENEA**

Nei giorni 9–10/10/2019 il prototipo sviluppato dall'ENEA è stato trasportato presso il museo di Palazzo Chigi ad Ariccia per il rilevamento di immagini THz sulle superfici verticali costituite da cuoi da parati montati sulle pareti. I risultati hanno dimostrato che in questo caso la tecnica non è adatta ad effettuare misure in situ, a causa dell'intensa retroriflessione della sottostante parete muraria. I risultati complessivi delle diagnosi al THz eseguite sia in laboratorio che in situ sui cuoi da parati sono stati presentati da E. Giovenale al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Imaging sub-superficiale mediante onde al THz per l'individuazione di strati e campiture metalliche sui cuoi da parati". I risultati della campagna in situ sono riportati nel rapporto allegato (T4.2).

Task 4.3 – Diagnostiche su materiali cartacei e pergamenacei

Nel periodo di riferimento sono state svolte attività:

✓ *Su carta* – nello specifico sono stati presentati i risultati delle indagini non distruttive eseguite dai due gruppi coinvolti (**CNR-ISC** e **UniRoma2**) su due lettere autografe di San Francesco di Sales, custodite presso il Museo di Palazzo Chigi (Ariccia), al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019, con il contributo intitolato "Le lettere di san Francesco di Sales indagini sullo stato di conservazione mediante immagini multispettrali e spettroscopia ottica tenuto da C. Marconi e il contributo "Indagini sullo stato di conservazione mediante tecniche cromatografiche delle lettere di san Francesco di Sales" tenuto da M. Titubante. I risultati sono stati poi sottomessi al Congresso SCIENCE ABC che si terrà a Roma Sapienza il 19-21/02/2020 dal titolo "Multi-Analytical investigation of the letters San Francesco di Sales of Palazzo Chigi of Ariccia (Rome)", autori Mattia Titubante, Claudia Marconi, Manuel Tumati, Lucia Citiulo, Adriano Mosca Conte, Claudia Mazzuca, Laura Micheli, Mauro Missori, Olivia Pulci.

✓ *Su pergamene e cuoi da parati* - Da parte di **UniRoma2** sono state eseguite misure ottiche e spettroscopiche per il monitoraggio della denaturazione del cuoio durante il processo di disinfestazione mediante raggi X utilizzando la tecnologia ottica innovativa della LTA (light transmission analysis) sul collagene Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).

I partecipanti al task (ENEA, UniRoma1 e UniRoma2) nel periodo di riferimento hanno completato l'intensa attività congiunta comprendente: l'avvio della campagna sperimentale di studio multianalitico per la standardizzazione del processo di trattamento di sterilizzazione con radiazione ionizzante di manufatti pergamenacei confrontando il danneggiamento del materiale a breve ed a lungo termine e verificandone la stabilità; la realizzazione di 14 nuovi campioni irraggiati con la sorgente REX a raggi X in un ampio intervallo di dose; l'esecuzione del primo ciclo di analisi FTIR per la verifica dei fenomeni di idrolisi e denaturazione, l'esecuzione del primo ciclo di misure LTA per la definizione della temperatura di denaturazione del materiale, indice del deterioramento indotto dalla radiazione X; l'avvio del primo

ciclo di misure spettroscopia di riflettanza UV-Vis-NIR per lo studio della formazione dei gruppi cromofori, la progettazione di un'ulteriore campagna di invecchiamento accelerato dell'intero set di campioni cui seguiranno i cicli successivi di misure di riflettanza UV-VIS-NIR, FTIR ed LTA.

I risultati sono stati nel Workshop "The physics of parchments" workshop, Namur, Belgio, 28-29/11/2019 dove sono disseminati nei seguenti stati presentati due contributi in forma di poster:

- 1) U. Zammit, C. Cicero, F. Mercuri, N. Orazi S. Paoloni, C. Glorieux, J. Thoen, Scanning Adiabatic Calorimetry (ASC), Light Transmission Analysis (LTA) and Imaging Investigations of Collagen Deterioration in Parchment, 2019;
- 2) M. Vadrucci, C. Cicero, b, G. De Bellis, F. Mercuri, Evaluation of the effects of the X-rays irradiation on collagen matrix: a new proposed disinfection method, 2019.

Relativamente ai cuoi da parati l'attività svolta in collaborazione fra **ENEA** e il Dip. di Chimica di **UniRoma1**, ha riguardato l'avvio di una campagna di misure per la discriminazione dei pigmenti di decorazione artistica dei parati in cuoio di Palazzo Chigi (Ariccia, RM) con la tecnica di diffrazione e fluorescenza a raggi X disponibile presso il dip. Di Chimica di uniRM1, per il confronto dei risultati ottenuti con le tecniche di Ion Beam Analysis. (all.T4.3_1).

Inoltre è stato prodotto un articolo scientifico: M. Vadrucci, C. Cicero, F. Borgognoni, G. De Bellis, C. Mazzuca, F. Mercuri, N. Orazi, E. Schifani. D. Uccelletti. "Effects of the ionizing radiation disinfection treatment on historical leather" accettato per la pubblicazione sullo special issue della rivista *Frontiers in Materials* e *Frontiers in Chemistry* (all.T4.3_2).

Task 4.4 - Diagnostiche in situ relative a manufatti metallici.

L'attività del Task 4.4 in carico a **UniRM1** si è conclusa con l'analisi critica dei dati combinati di spessore e di velocità di corrosione relativi alle patine superficiali presenti sulle formelle novecentesche in bronzo del portale centrale della Chiesa di Santa Maria del Popolo in Roma, esaminati durante il restauro da parte di EURESARTE srl. La distribuzione molto varia dei valori di velocità di corrosione osservata è da attribuirsi a diversi effetti, nel seguito discussi, ma è in particolare caratteristica di bronzi patinati artificialmente mediante trattamento superficiale con agenti acidi, e successivamente parzialmente e disuniformemente rinettati dall'artista. Al fine di individuare relazioni significative tra la qualità delle patine osservate e la loro capacità di offrire protezione nei confronti dei processi elettrochimici di corrosione a umido del substrato bronzeo, sono state analizzate correlazioni tra i principali parametri investigati.

Dall'esame dei dati sperimentali raccolti, riportati nel rapporto allegato (all.T4.4) sono state derivate le seguenti conclusioni, utili anche a guidare gli operatori nell'intervento di restauro delle porte bronzee:

1. Le patine caratterizzate da un colore verde acceso e da una tessitura superficiale grossolana, corrispondente ad una più elevata rugosità, sono localizzate generalmente nella parte alta delle diverse formelle e raggiungono spessori dell'ordine del centinaio di micron, con deviazioni standard piuttosto elevate (30-50%). Lo spessore elevato è da attribuirsi alla volontà dell'artista di rappresentare la luminosità dei cieli utilizzando una patina più chiara e meno brillante, e nello stesso tempo, è una conseguenza dell'effetto schermante della cornice superiore delle formelle rispetto all'azione dilavante della pioggia. Per queste patine, porose e grossolane, la velocità di corrosione mostra valori piuttosto elevati paria 7-10 $\mu\text{m}/\text{anno}$.

2. Le patine più critiche dal punto di vista della pulitura appaiono certamente quelle di colore bruno scuro. Esse sono infatti generalmente caratterizzate da spessori ridotti (appena 20-30 μm), non molto variabili (deviazioni standard del 20-30%), ma ad esse corrispondono valori generalmente elevati di velocità di corrosione (8-10 $\mu\text{m}/\text{anno}$). È molto probabile che esse siano il risultato di un'azione abrasiva effettuata dall'artista sulla originale patina artificiale, per perseguire effetti cromatici o di contrasto particolari. Mantenere invariato lo spessore di tali aree risulterà particolarmente importante, e un effetto di pulitura potrà verosimilmente portare ad un iniziale importante incremento della velocità di corrosione.
3. L'effetto della lucidatura e dell'assottigliamento delle patine dovuto all'azione ripetuta del contatto con le mani dei visitatori (per atto di devozione o semplice curiosità) è talvolta visibile in alcuni dettagli di maggiore rilievo nelle formelle posizionate ad altezza d'uomo. Si evidenzia quindi una leggera compattazione della patina, un effetto di pulitura continua dagli agenti aggressivi e una probabile sigillatura ad opera di polvere o sostanze grasse nei pori dello strato superficiale, che assume quindi una maggior capacità protettiva. Anche in questo caso è molto probabile che si possa prevedere, in fase di intervento di pulitura, un subitaneo consistente aumento della velocità di corrosione in tali zone, che dovrà essere efficacemente contrastato da opportuni rivestimenti protettivi.

Task 4.5 – Indagini Riflettografiche e spettroscopiche in diverse regioni spettrali

Per questo task sono state eseguite due ultime campagne in situ:

- Alle catacombe Ad Decimum di Grottaferrata mediante sistemi ottici, da parte di **ENEA**

Il 6/12/2019 è stato svolto un sopralluogo presso la catacomba Ad Decimum di Grottaferrata da parte di tre gruppi afferenti al DTC: laboratorio DIM dell'ENEA di Frascati (V.Spizzichino), gruppo di algologia del dipartimento di biologia di **UniRM2** (L.Bruno), dipartimento di biologia e biotecnologia di **UniRM1** (D.Uccelletti). Il sopralluogo è stato possibile grazie all'ausilio del dottor Paolo Dal Miglio, archeologo di riferimento per il sito archeologico, facente capo al Gruppo Archeologico Latino ed è stato autorizzato dalla Pontificia Commissione di Archeologia Sacra. Durante il sopralluogo non sono stati messi in evidenza attacchi biologici su nessun tipo di materiale rintracciabile all'interno (tufo, affresco, marmo, terracotta), nonostante la presenza di lucernai a cielo aperto che permettono ricambio di aria e accesso alla luce del sole.

Il 20/01/2020 è stata svolta una campagna di misure presso la Catacomba da parte del Laboratorio DIM dell'ENEA di Frascati. Durante la campagna sono state eseguite misure di fluorescenza, fotografie al microscopio (fino ad un ingrandimento 150x) e prelievi destinati a misure di spettroscopia Raman, FTIR e LIBS in laboratorio. Le misure hanno riguardato tre diversi punti di interesse: una tessera (dimensioni circa 1,5 x 1,5 cm^2) ornamentale, dei depositi cristallini rinvenuti all'interno di cavità della malta e resti di vaso in vetro, probabilmente destinato alla conservazione di unguenti. L'analisi dati è in corso, ulteriori dettagli sono riportati nel rapporto allegato **[all.T4.5]**. Sono stati inoltre eseguiti micro-prelievi su vari materiali che verranno analizzati in laboratorio mediante tecniche spettroscopiche (LIBS, Raman) per risalire alla composizione dei materiali costituenti

➤ Misure in situ di spettroscopia Raman effettuate da **UniRM3** presso Palazzo Chigi di Ariccia.

Durante la seconda settimana del mese di ottobre si è svolta una campagna di misure di spettroscopia Raman con strumentazione portatile presso il Palazzo Chigi di Ariccia. Le indagini hanno riguardato principalmente un'opera a sanguigna attribuita al Bernini e dei busti marmorei anch'essi di scuola berniniana, focalizzando l'attenzione sui busti di Papa Alessandro VII (Fabio Chigi) e del nipote cardinale Flavio Chigi.

- L'attività svolta sui busti marmorei ha riguardato principalmente la caratterizzazione delle patine di finitura superficiale e lo stato di conservazione dell'opera stessa. Dal punto di vista della composizione entrambe i marmi presentano la segnatura spettrale della calcite (CaCO_3), ma le differenze apprezzabili all'analisi autoptica lasciano intendere due provenienze differenti dei marmi. Di rilevanza la presenza di macchie rosse affioranti sul busto di Papa Alessandro VII, che si sono rivelate essere ossido di ferro. Poiché è noto da letteratura che il marmo di Carrara si caratterizza per la presenza di inclusioni di ferro, tale affioramento, che non è presente nell'altro busto, evidenzia l'utilizzo di un marmo più pregiato nella realizzazione del busto del Papa, a sottolinearne il rango. Si è inoltre rilevata la presenza di una finitura a cera d'api su entrambi i busti analizzati. Dal punto di vista della conservazione, si notano degli interventi di riempimento di alcune crepe, con successiva finitura sempre a cera d'api, ma in stesura più massiccia in corrispondenza di tali interventi.
- Altra opera investigata, è la pregiata sanguigna attribuita a Gian Lorenzo Bernini. In questo caso, l'indagine ha evidenziato alcune peculiarità realizzative attraverso lo studio dei materiali impiegati. In particolare, lo strato preparatorio si è risultato essere composto da una miscela di gesso e calcite, sul quale è stata eseguita la rappresentazione del San Giuseppe con Gesù Bambino a sanguigna. Il pigmento, ematite (Fe_2O_3), si è rivelato di elevato grado di purezza, in accordo con la qualità dell'opera e del prestigio dell'artista. L'opera fa particolare ricorso anche a chiaroscuri a carboncino. Di rilievo, si è osservata la presenza di un tratto a grafite al di sotto della rappresentazione a sanguigna, a prova della presenza di un disegno preparatorio dell'opera stessa. Ancora si sono evidenziate delle differenze a livello di esecuzione e di materiali impiegati nel tratto riportante la "firma" dell'artista. In questo caso, l'indagine autoptica e quella spettroscopica mostrano una granulometria ed una composizione dello strato preparatorio differente dal resto dell'opera ed anche il pigmento utilizzato per apporre la scritta, sembra essere di qualità inferiore. Questi aspetti lasciano intendere che la firma potrebbe non essere stata apposta contestualmente al completamento dell'opera.

I risultati sono stati presentati da M. Sbroscia al Workshop Progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "La sanguigna del Bernini raccontata attraverso l'identificazione elementale e molecolare dei materiali di cui si compone" e sono oggetto di una pubblicazione in preparazione con INFN (v. T3.1) e CNR-IC.

T4.6 - Indagini termografica e riflettografica nell' IR, radiografie X

- ✓ S. Maria in Cosmedin
 - Il laboratorio LANDAC di **UniRoma2** ha presentato un poster sulle attività di ricerca effettuate presso S. Maria in Cosmedin (Roma), alla conferenza International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural heritage (Firenze 4-6/12/2019): S. Ceccarelli, N. Orazi, C. Cicero, F. Mercuri, U. Zammit, S. Paoloni, A. C. Felici, F. Matera, M. Nuzzo, "Multi-band infrared imaging for the characterization of underlying elements in the Santa Maria in Cosmedin altarpiece", Conference Proceedings ISBN: 978-92-990084-5-4, pp.439-443. (all.T4.6_1)
E' stata, inoltre, sottomessa una pubblicazione, attualmente in revisione, sulla rivista scientifica internazionale Archaeometry: S. Ceccarelli, N. Orazi, C. Cicero, F. Mercuri, U. Zammit, S. Paoloni, A. C. Felici, F. Matera, M. Nuzzo, "Integration of infrared imaging techniques for the stratigraphic characterization of the Santa Maria in Cosmedin altarpiece" (under review) (all.T4.6_2)

- ✓ Palazzo Chigi di Ariccia:
 - Analisi radiografiche e mediante raggi X - Il gruppo **CNR-IC** ha presentato i risultati finali dell'attività al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Analisi radiografiche e di fluorescenza dei raggi X per l'individuazione dei pentimenti e la caratterizzazione dei pigmenti sui dipinti" tenuto da O. Tarquini.
 - Il gruppo **CNR-INM** ha acquisito immagini acustiche per la valutazione della presenza di cavità sub-superficiali sul dipinto murale monocromo Graecia Vetus nella Sala dell'Ariosto. Parte dei risultati è stata presentata in un rapporto precedente, ulteriori analisi dei dati acquisiti hanno permesso di estrarre le immagini risolte in frequenza che mostrano dettagli più specifici in relazione alle criticità di diversa tipologia riscontrate sulla parete. Gli ultimi risultati delle analisi acustiche sono riportati nei rapporti allegati (all.T4.6_3 e all.T4.6_4), relativi rispettivamente a calibrazioni di laboratorio ed analisi dei dati ottenuti a Palazzo Chigi. Un articolo relativo a questa indagine è inoltre in fase di sottomissione, integrando i dati con quelli ottenuti dalle indagini soniche di ENEA-SSPT. E' in corso di sottomissione ad Applied Acoustics un lavoro in collaborazione con ENEA: "Integration of non-destructive sonic and ultra sonic tests with frequency resolved acoustic imaging to study the "Sala dell'Ariosto" in the Chigi Palace of Ariccia", autori P. Calicchia, S. De Simone, A. Tati.
 - Il gruppo di **UniRoma2** ha presentato al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 i risultati della propria attività nella pinacoteca, con il contributo intitolato "indagini termografiche e riflettografiche nel medio IR per lo studio dei supporti e dell'apparato decorativo di dipinti" presentato da N. Orazi e S. Ceccarelli.
 - Il gruppo **CNR-IMM** ha presentato i risultati finali dell'attività al Workshop progetto ADAMO del DTC: Le tecniche diagnostiche in-situ utilizzate a Palazzo Chigi di Ariccia tenutosi il 15/11/2019 con il contributo intitolato "Indagini acustiche e ultrasoniche per la valutazione dello stato di conservazione della struttura muraria della sala dell'Ariosto e della pittura murale Graecia Vetus" tenuto da S. de Simone.

- ✓ Basilica di San Nicola in Carcere
- ✓ Il gruppo CNR-INM ha acquisito immagini acustiche per la valutazione della presenza di umidità nella muratura dell'abside. L'indagine è stata condotta misurando la riflessione dell'onda sonora dalla muratura utilizzando due metodi sperimentali: 1) metodo della risposta impulsiva; 2) metodo del rapporto tra ampiezze. In entrambi i metodi si è estratto come dato indicativo dell'umidità della muratura la percentuale di assorbimento acustico. Al fine di interpretare i risultati ottenuti in situ mediante la correlazione fra la percentuale di assorbimento acustico e la percentuale di umidità presente nella muratura sono stati eseguiti test in laboratorio di risposta acustica di provini condizionati con diversi contenuti d'acqua. Questi ultimi test sono oggetto di un ultimo rapporto tecnico. In generale l'attività è stata svolta integrando i risultati con quelli del sistema NMR portatile (cfr T4.2). L'insieme dei dati raccolti in situ e in laboratorio hanno permesso di comprendere la modalità più efficace di integrazione con i risultati NMR, in quanto l'insieme di tali tecniche dirette (come NMR) e indirette (come le misure acustiche) consentono di identificare sia la presenza di umidità sia gli effetti specifici sulla muratura umida, effetti che possono tendere ad un "indurimento" della struttura muraria in alcuni casi o ad un "indebolimento" della stessa in altri casi. In San Nicola in Carcere è stato rilevato un "indebolimento" strutturale evidenziato da un più elevato assorbimento di energia acustica. I risultati sono stati presentati da Paola Calicchia al convegno "Fuori dai Fori" tenutosi a Roma il 14/01/2020.

WP5: Analisi materiali e valutazione trattamenti

T5.1 – Verifica di materiali e trattamenti per i restauri

L'attività di **UniTuscia** è andata avanti al fine di completare i cicli di invecchiamento della pietra Sperone tramite irraggiamento solare in camera Solar Box.

- ✓ Test di verifica di trattamenti protettivi per la pietra Sperone di Villa Mondragone. L'attività è stata svolta in collaborazione fra **UniTuscia** ed **UniRoma1**.

I provini lapidei, ottenuti dal materiale raccolto nella zona della Fontana della Girandola di Villa Mondragone, dopo tre tipi di trattamento diverso utilizzabili per tufacei, test di assorbimento capillare e misura dell'angolo di contatto, sono stati sottoposti ad invecchiamento in Solar Box che, attraverso una lampada allo xeno simula la radiazione solare.

I cicli di invecchiamento con radiazione UV-Vis, sulla base della normativa più recente (UNI EN 17114 di gennaio 2019: Conservation of cultural heritage – Surface protection for porous inorganic materials – Technical and chemical data sheets of water repellent product e UNI EN 17036 luglio 2018: Conservation of Cultural Heritage – Artificial ageing by simulated solar radiation of the surface of untreated or treated porous inorganic materials), debbono garantire un'esposizione di almeno 2000 MJ/m², corrispondente 1000 ore di invecchiamento in camera Solar Box. Quindi sono stati avviati a settembre e completati a novembre.

Dopo le 1000 ore di invecchiamento, è stato misurato il colore con uno spettrofotometro di riflettanza nel visibile per valutare le variazioni cromatiche. Inoltre, i provini sono stati acquisiti con sistema iperspettrale nel VIS e nello SWIR presso il dipartimento DICMA della Sapienza, per valutare le differenze spettrali e quindi comprendere il comportamento dei protettivi e della pietra non trattata nei confronti dell'invecchiamento artificiale.

Infine, sui provini trattati, non trattati e invecchiati è stata nuovamente eseguita la prova di assorbimento per capillarità (EN 15801), al fine di valutare se l'invecchiamento abbia alterato le caratteristiche di porosità della pietra. È stata eseguita anche la misura dell'angolo di contatto (EN 15802), per un confronto con quella eseguita sui provini prima dell'invecchiamento, anche in questo caso per valutare gli effetti dell'irraggiamento in Solar Box.

I risultati del ciclo di irraggiamento in Solar Box sono riportati nel rapporto allegato. (All.T5.1).

Con riferimento alle attività di **UniTus** in questo task, nel periodo di riferimento è stato inoltre pubblicato il lavoro: Luca Lanteri, Giorgia Agresti, Corrado Vaccarella, Luca Lucchetti, Miriam Noto, Claudia Pelosi, "The mediaeval crypt of Saint Sepulchre in Acquapendente (Italy). Study and photogrammetric documentation of the painted surfaces" European Journal of Science and Theology, 2020, 16(1), 177-185.

T5.2 – Materiali e metodi per la conservazione.

Questa parte non ha novità rispetto al SAL4, che ne ha visto la conclusione.

T5.3 – Valutazione e caratterizzazione di materiali multifunzionali nanostrutturati

Questa parte non ha novità rispetto al SAL4, che ne ha visto la conclusione.

WP6 – Sistemi di Monitoraggio ambientale

T6.1 – Modellistica del degrado su lapidei indotto da agenti atmosferici

L'attività nel task è stata conclusa, valutando la conformità del modello matematico Individuato nelle attività precedenti a questo SAL, utilizzando i nuovi valori ottenuti dall'ulteriore monitoraggio effettuato in seconda istanza a Villa Blanc.

I dati ottenuti hanno sostanzialmente confermato quanto già dimostrato e cioè la validità della simulazione di erosione da parte di emissioni gassose acide su manufatti di valore artistico.

L'elaborazione ha sostanzialmente definito la stretta interazione tra concentrazione di CO₂ e i valori di umidità e temperatura come elementi di azione degradativa.

L'attività dunque ha evidenziato la necessità di valutare ulteriormente i parametri di concentrazione degli elementi gassosi e la determinazione dei giusti rapporti attraverso una sperimentazione specifica con lo scopo di ottimizzare valori quale la densità, la porosità dei materiali e la cinetica di reazione degli inquinanti per poter ulteriormente migliorare la sensibilità del modello ai comportamenti reali.

Da sottolineare è che lo sviluppo del task ha sicuramente posto in attenzione la novità dell'interazione delle superfici storiche con un elemento acido non tradizionalmente pericoloso per i manufatti storico-artistici, che però negli ultimi decenni ha registrato un aumento notevole di concentrazione nell'atmosfera, arrivando a dei livelli di allerta non solo per la salute pubblica, ma anche del nostro patrimonio culturale.

L'attività sarà oggetto di una pubblicazione in preparazione ed è stata presentata al workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio" organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22/1/2020.

T6.2 – Modellizzazione della ricristallizzazione di Sali su murature in ambiente ipogeo

L'attività di modellizzazione della cristallizzazione di sali solubili all'interno di murature si è conclusa evidenziando che l'uso di modelli di previsione, correlati alla presenza e all'azione aggressiva di sali all'interno di manufatti artistici, permette di ottenere uno strumento molto valido per la programmazione di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Questo tipo di strumenti possono essere forniti direttamente alle istituzioni pubbliche e private, ai singoli operatori dei beni culturali e a privati proprietari di opere artistiche al fine di determinare programmi di interventi conservativi specifici e localizzati, dove l'azione dei sali può essere più aggressiva.

La conclusione del task ha messo in evidenza l'importanza di fornire strumenti di simulazione adatti ad essere utilizzati anche da operatori non esperti, ma che possono fornire un valido sostegno all'impegno economico e alla valutazione della tempistica di intervento.

Il task si conclude con uno stato di avanzamento della ricerca molto elevato che potrà portare ad ulteriori sviluppi nella ricerca tenendo in considerazione un maggior numero di condizioni di applicazione della simulazione e una maggior tipologie di substrati al fine di ottenere una peculiare specificità dello strumento di simulazione (output del modello).

L'attività è stata oggetto di una pubblicazione (in preparazione) e di una presentazione al workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio" organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22 /01/2020.

T6.3 – Modellizzazione dello sviluppo di bio-degrado in ambienti ipogei

La fase finale del task si è concentrata sulla possibilità di ottenere la crescita contemporanea di più forme biologiche provenienti da singoli batteri identificati in ambienti ipogei per ottimizzare la funzione matematica e definire meglio il comportamento del simulatore.

L'attività ha identificato diverse combinazioni di sistemi batterici per ottenere biofilm, mettendo in evidenza il diverso comportamento dei sistemi complessi. Questo tipo di lavoro permetterà di ottenere una maggior specificità del modello.

L'attività è stata oggetto di una presentazione al workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio" organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22/01/2020 con il contributo intitolato "Modellistica Matematica per i Beni culturali".

T6.4 – Sistema di analisi e controllo in situ dei fenomeni di biodegrado

L'attività del task si è conclusa con la scrittura, la presentazione e l'accettazione di una pubblicazione specifica a livello internazionale dal titolo A.Grottoli, M.Beccaccioli, E.Zoppis, R.S.Fratini, E.schifano, M.L.Santarelli, D.Uccelletti, M.Reverberi "Nanopore sequencing and bioinformatics for rapidly identifying cultural heritage spoilage microorganisms", *Frontiers in Materials*, section Colloidal Materials and Interfaces, *in press*. (all.T6.4).

L'attività è stata oggetto di una presentazione al workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio", organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22(01/2020 (v. T7.3).

T 6.5 – Monitoraggio combinato strutturale e di parametri ambientali sulle strutture

L'attività ha portato allo sviluppo di sensori in fibra ottica di tipo FBG funzionalizzati per la misura di parametri ambientali, oltre che per la misura della apertura delle fessure di opere murarie. I sensori sono stati validati con misure di laboratorio ed installati sul sito delle Mura Aureliane e presso il Ninfeo Ponari di Cassino. Una sintesi dei risultati è riportata nel rapporto allegato (all.T6.5_1). Nella applicazione come fessurimetri, i sensori risultano di ridotta invasività e presentano alta stabilità per applicazioni continuative a lungo termine. Nella applicazione come sensori di temperatura e di umidità, i sensori risultano di minima invasività ed utilizzabili sia per misure in aria sia per misure in intimo contatto con le opere murarie, consentendo in quest'ultimo caso il monitoraggio di fenomeni di infiltrazione e di risalita.

L'attività è stata oggetto di una presentazione al workshop "Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio", organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22/01/2020, con il contributo "Utilizzo di sensori in fibra ottica per la salvaguardia dei complessi monumentali: applicazioni per

il monitoraggio strutturale e di parametri ambientali”.

Il monitoraggio strutturale eseguito presso il Ninfeo Ponari ha costituito occasione di applicazione di una metodologia di monitoraggio basata sull'impiego integrato di: sensori FBG per misure locali del quadro fessurativo ad alta risoluzione e continuo; rilievi fotogrammetrici con ricostruzione 3D per misure estese dell'intero quadro fessurativo; misure topografiche con stazione totale robotizzata su punti materializzati ed acquisizione di nuvole di punti. La metodologia, innovativa per il livello di integrazione delle tre tecnologie, presenta grandi potenzialità di sviluppo per applicazioni su complessi architettonici di grandi dimensioni.

I risultati dell'attività sono stati presentati a METROARCHEO 4th International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural heritage (Firenze 4-6/12/2019):

- R. D'Amato, M.A. Caponero, B. Palazzo, G. Terranova, A. Polimadei “A novel fibre optic sensor of relative humidity for application in cultural heritage” e pubblicati nei proceedings (all.T6.5_2)
- M.A. Caponero, E. Grande, M. Imbimbo, G. Modoni, M. Mongelli, E. Polito “ Structural health monitoring of the ninfeo Ponari by combined use of fibre optic sensors, photogrammetry and laser scanning” ” e pubblicati nei proceedings (all.T6.5_3)

T6.6 – Sviluppo ed applicazione di sensori nano dimensionali per la qualità dell'aria

Non sono state svolte attività nel periodo di riferimento su questo task, né dal gruppo di UniRM3 né dal gruppo CNR-IIA, essendo le attività precedentemente terminate.

WP7 – Bioarcheologia, antropologia e biologia ambientale

T7.1 – Archeobotanica

Entrambi i gruppi di archeobotanica hanno completato l'analisi dei risultati relativi alle attività precedentemente svolte sui siti di Passo lombardo e Boccone del povero (**UniRoma2**) e Locus Feroniae (**UniRoma1**).

T7.2 – Antropologia

Nel laboratorio di Antropologia di **UniRoma2** sono state completati gli studi relativi alla paleodieta umana e sui reperti del Museo APR (sito di Tor Vergata, provenienti dalla Villa Rustica e dall'annessa necropoli).

Il gruppo di Antropologia di **UniRoma1** ha stata completata l'analisi dei i resti umani provenienti dagli Scavi di Locus Feroniae.

T7.3 – Biologia ambientale

Le attività svolte nell'ultimo periodo hanno riguardato soltanto gli studi in ambiente ipogeo, in particolare **UniRoma1** ha completato l'analisi dei microorganismi prelevati sul Sito di San Nicola In Carcere, sia nella chiesa oggetto di trattamenti con biocida durante il restauro, sia nella cripta sottostante.

Nello studio effettuato sono stati seguiti due approcci microbiologici differenti. È stato eseguito un protocollo consistente nel campionamento mediante nastro adesivo in zone danneggiate dal biodegrado, nell'estrazione del DNA, amplificazione PCR con primer universali [batteri (16S), funghi (ITS) e Viridiplantae (18S)] e sequenziamento degli ampliconi mediante le tecnologie Oxford Nanopore (ONT). Le sequenze sono state analizzate mediante una pipeline bioinformatica scritta ad hoc: ALISIA, "AmplIcon Sequencing Analysis". ALISIA è in grado di effettuare un'analisi tassonomica mediante BLAST, un tool che permette di risalire, partendo da una singola sequenza di DNA sequenziato, alla specie a cui appartiene e quindi caratterizzare il microbioma presente nel campione analizzato. Questa analisi bioinformatica mostra come è possibile aumentare la conoscenza del microbioma presente su beni culturali, coinvolto in attività di biodegrado, informazione importantissima per poter adottare una corretta strategia di conservazione del sito.

Per convalidare i dati di sequenziamento, i risultati ottenuti sono stati integrati con le tradizionali tecniche di microbiologia che hanno permesso l'isolamento di alcuni batteri coltivabili. In particolare, è stato effettuato un campionamento nella Basilica in cui sono stati prelevati, mediante l'uso di tamponi sterili, campioni batterici e fungini. I prelievi sono stati effettuati su pareti dell'abside sia prima che in seguito ad interventi di restauro, nelle zone prossimali all'abside stesso e nella zona ipogea. Dopo aver fatto crescere i campioni a 30°C, questi sono stati piastrati su appositi terreni agarizzati che hanno reso possibile l'isolamento in base alle diverse morfologie delle colonie batteriche e fungine.

I risultati sono riportati nel rapporto allegato (**all.T7.3**).

I risultati sono anche stati presentati da Andrea Grottoli ed Emily Schifani (**uniRoma1**) al workshop “Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell'ambito del DTC Lazio” organizzato presso il CNR-IAC, Roma 22/1/2020 con il contributo intitolato “Approcci multidisciplinari per la valutazione del biodegrado nella Basilica di San Nicola in Carcere a Roma”.

Validazione dei risultati conseguiti (ultime deliverable intermedie/finali)

- T1.2 – Report Piano strategico (all.T1.2_1)
- T1.2 – Report contesto socio-economico (all.T1.2_2)
- T1.2 – testo pubblicazione network aree urbane (all.T1.2_3)
- T1.3 – Docufilm finale scaricabile dal sito ENEA <https://relbox.enea.it/s/aNj5WWK9Pww0SR2>
- T2.1 – Testo di pubblicazione su Microchemical Journal (all.T2.1_1)
- T2.2 – Report Analisi SERS e cromatografiche di coloranti organici (all.T2.2)
- T2.3 – Testo di pubblicazione accettata di microscopia su pergamene (all.T2.3)
- T2.4 – Testo di pubblicazione relativa al biodegrado sulle pietre laziali (all.T2.4)
- T3.1 – Testo di pubblicazione sottomessa analisi mediante SR_FT-IR e SEM (all.T3.1)
- T3.2 – Testo di pubblicazione sottomessa con i risultati dell’analisi mediante PIXE di campioni di affresco (all.T3.2)
- T3.3 – Rapporto analisi mediante la facility FNG per irraggiamento da neutroni (all.T3.3)
- T4.1 – Rapporto sulle misure a Palazzo Chigi mediante RGB-ITR (all.T4.1_1)
- T4.1 – Testo di pubblicazione accettata con i risultati delle misure di calibrazione per la valutazione di patine sul marmo (all.T4.1_2)
- T4.1 – Proceedings METROARCHEO: Misure RGB_ITR e LIF imaging al Palazzo Vescovile di Frascati (all.T4.1_3)
- T4.2 – Rapporto misure in situ mediante THz sui cuoi da parati (all. T4.2)
- T4.3 – Rapporto sulla caratterizzazione XRD e XRF di cuoi da parati (all. T4.3_1)
- T4.3 – Testo di pubblicazione accettata con i risultati sull’irraggiamento dei cuoi da parati (all. T4.3_2)
- T4.4 – Rapporto sullo stato di degrado delle formelle metalliche di Santa Maria del popolo (all.T4.4)
- T4.5 – Rapporto sulle misure alle catacombe Ad Decimum (all.T4.5_1)
- T4.6 – Proceeding Metroarchoe su santa Maria in Cosmedin (all.T4.6_1)
- T4.6 – Testo sottomesso per pubblicazione su Santa Maria in Cosmedin (all.T4.6_2)
- T4.6 – Rapporto su calibrazione di misure acustiche (all.T4.6_3)
- T4.6 – Rapporto sulla caratterizzazione dell’affresco Graecia Vetere a Palazzo Chigi (all.T4.6_4)
- T5.1 – Rapporto finale sui provini di pietra sperone invecchiati artificialmente (all.T5.1_1)
- T5.1 – Testo di pubblicazione su conservazione cripta Acquapendente (all.T5.1_2)
- T6.4 - Testo di pubblicazione sottomessa sulla caratterizzazione in situ dell’affresco di San Nicola in Carcere (all.T6.4)
- T6.5 – Rapporto sul monitoraggio delle Mura Aureliane (all.T6.5_1)
- T6.5 – Proceedings METROARCHEO sui sensori FBG funzionalizzati per il monitoraggio di parametri ambientali (all.T6.5_2)
- T6.5 - Proceedings METROARCHEO sul monitoraggio del Ninfeo Ponari mediante sensori FBG (all.T6.5_2)
- T7.3 – Relazione sul biodegrado a san Nicola in carcere (all.T7.3)

1. Attivazione e coinvolgimento delle imprese laziali/stakeholders nel progetto, attuali e potenziali collaborazioni

Per la scelta dei siti sono stati coinvolti gli stakeholder di riferimento (proprietari o gestori):

- Diocesi di Frascati
- Sovrintendenza Capitolina, con le sue direzioni relative a:
 - Mura Aureliane
 - Parco Archeologico di Centocelle
 - Chiesa di Santa Maria in Cosmedin
- Fondazione Villa Mondragone
- Comune di Ariccia
- Pontificia Commissione di Archeologia Sacra
- Museo APR di Tor Vergata
- Impresa di restauro Euresarte srl
- Sovrintendenza speciale archeologia, belle arti e paesaggio di Roma per San Nicola in Carcere
- Gruppo Archeologico Latino

Sono state già coinvolte nelle attività le imprese:

- ❖ Di restauro che collaborano con UniTuscia nei test di nuovi consolidanti, in cantieri aperti a Viterbo e provincia
- ❖ Di restauro che collaborano con CNR e RM2 nello sviluppo di nuovi metodi per il restauro di beni cartacei (Art'è s.n.c., ditta individuale Lorenzo Civiero, e BPMI S.r.L)
- ❖ Di archeologi (ditte individuali) che operano sul sito della Villa della Piscina e su siti in provincia di Viterbo.
- ❖ ARS MENSURAE srl che collaborava già in precedenza con UniRoma1 e con il CNR

Sono state coinvolte nelle attività finali di disseminazione le associazioni:

- ❖ associazione CODIS "Associazione per il Controllo, la Diagnostica e la Sicurezza di Strutture, Infrastrutture e Beni Culturali".

2. Eventuali innovazioni/avanzamenti tecnologici prodotti dal progetto in relazione allo stato dell'arte dello specifico settore di riferimento

Un avanzamento era già stato riscontrato in SAL2 relativo all' "Uso degli oli essenziali per contrastare il biodegrado, dimostrazione di differenti composizioni per biodegrado in catacombe (**UniRoma2**) e su scavi archeologici (**UniTuscia**)". Ulteriori avanzamenti segnalati in SAL3 riguardano: "Uso della tecnica non distruttiva LTA (light transmission analysis) per verificare il degrado di sostanze organiche costituenti BC" (proposta da **UniRoma2**, e verificata in collaborazione con ENEA e Uniroma1) e "Utilizzo della tecnica Tatroo wall per la reintegrazione di affreschi" (messa a punto da **UniTuscia**).

Come già evidenziato in SAL3 alcuni elementi della ricerca condotta nell'ambito del task 1.2 da **UniRoma2** risultano particolarmente innovativi. Il processo di valutazione ex ante condotto attraverso la metodologia STeMA (v. all.T1.2) consente di stabilire i limiti di sostenibilità entro cui elaborare il progetto di valorizzazione. Tali risultati sono stati sottoposti all'attenzione della Regione Lazio, del Ministro MIUR, del MiBACT, del MEF, di Roma Capitale, dell'Osservatorio Territoriale Parlamentare su Roma 2030-2050. Gli stessi hanno dato origine a dibattiti interni (workshop) e proposte di condivisione con stakeholders nazionali, sostenendo l'ipotesi che l'area di studio possa di fatto essere parte del progetto smart sustainable campus e includere il Parco dell'Appia. Tali progetti stanno convergendo, insieme a quelli del progetto ADAMO, in un'ipotesi di valorizzazione basata sul turismo scientifico, come conseguente proposta – da verificare in fase di simulazione ex post – dello sviluppo di un'economia della cultura e della creatività basata sulle risorse localizzate e fortemente integrate con i BC oggetto di approfondimento e sperimentazione tecnologica in ADAMO. Un 1st position paper è stato elaborato a scopo divulgativo e sarà oggetto di pubblicazione per la parte riguardante le esperienze condotte nel WP1 (RM2/RM3)

Ulteriori tecnologie innovative sono state presentate in SAL4 relative a:

- Determinazione di umidità mediante analisi NMR in situ (CNR);
- Determinazione di umidità mediante tecniche acustiche in situ (CNR);
- Applicazione della nanoindentation ad analisi sui BC (UniRM3);
- Algoritmi per classificazione di marmi classici e relativi trattamenti superficiali da spettri e imaging monocromatico LIF (ENEA).

Nel periodo di riferimento per SAL5 sono state dimostrate le tecnologie innovative:

- Stratigrafia LIBS su frammenti di affreschi (ENEA);
- Analisi quantitativa di pigmenti in frammenti di affreschi mediante spettroscopia neutronica (ENEA);
- Protocolli di estrazione di coloranti organici da tessuti antichi per analisi mediante SERS e cromatografia (uniRM1);
- Identificazione di modelli di simulazione specifici per diverse azioni di degrado come strumenti di valutazione per interventi di restauro e manutenzione al fine di sostenere loro progettazione sia tecniche che economica (CNR, uniRM1)
- Funzionalizzazione di fibre ottiche per sensori FBG in grado di rilevare, oltre allo strain, anche i parametri ambientali di temperatura e umidità.

3. Diffusione dei risultati del progetto: pubblicazioni, seminari, congressi, ecc.;

Partecipazione a eventi divulgativi, mostre e fiere:

- ✓ Partecipazione dell'INFN a LUBEC 2018 (3-4/10/2019) (<https://www.lubec.it/>). Sono state presentate diagnostiche INFN ed ENEA sviluppate anche congiuntamente in ADAMO. La disseminazione dell'evento è avvenuta tramite la rete INFN, mediante news CHnet.
- ✓ Partecipazione a "La Fisica Incontra la Città" 4/12/2019, Aula Magna del Rettorato Roma Tre: Luca Tortora: "L'arte ed i suoi segreti: la fisica per svelarli" (UniRM3 e INFN)
- ✓ RoME 27-29/11/2019 alla Fiera di Roma:
 - Partecipazione con slide show del progetto ADAMO e distribuzione della brochure di progetto "Progetto ADAMO un anno di risultati" realizzata da ENEA (R. Fantoni),
 - dimostrazione di strumenti portatili dell'INFN (M. Romani, L. Pronti),
 - dimostrazione di strumento portatile del gruppo ACULAB Roma3, allo stand della Regione Lazio durante l'evento.
- ✓ Presentazione congiunta delle attività svolte presso la Basilica di San Nicola in Carcere al Museo delle Terme di Diocleziano come conferenza divulgativa nell'ambito della manifestazione "Fuori dai Fori" per il 14/01/2020 alle ore 16:00 [A. Acconci, R.Fantoni, N. Proietti, P. Calicchia, M. Mangano].
- ✓ UniRM3 Giornata Ricerca Dipartimento Scienze 22/01/2020: presentazione: "Antifouling nanodevices for the development of an innovative multifunctional coating".

Attività di disseminazione a livello nazionale e internazionale:

- ✓ METROARCHEO 4th International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural heritage (Firenze 4-6/12/2019):
 - R. D'Amato, M.A. Caponero, B. Palazzo, G. Terranova, A. Polimadei "A novel fibre optic sensor of relative humidity for application in cultural heritage" (presentazione ENEA)
 - L. Caneve, M. Francucci, M. Guarneri, M. Mongelli, V. Spizzichino "Integrated approach for non-invasive diagnostic investigation at the Bishop's Palace of Frascati" (presentazione ENEA)
 - M.A. Caponero, E. Grande, M. Imbimbo, G. Modoni, M. Mongelli, E. Polito "Structural health monitoring of the ninfeo Ponari by combined use of fibre optic sensors, photogrammetry and laser scanning" (presentazione ENEA, UniCAS)
 - M.F. Caso, L. Caneve, V. Spizzichino "Intercalibration of hyperspectral and multispectral systems for Laser Induced Fluorescence imaging" (presentazione ENEA)
 - S. Ceccarelli, N. Orazi, F. Mercuri, S. Paoloni, U. Zammit, F. Petrucci, "Mid-wave infrared imaging analysis of XVII century paintings on canvas of the Chigi Palace in Ariccia" (presentazione UniRM2)
 - S. Ceccarelli, N. Orazi, C. Cicero, F. Mercuri, U. Zammit, S. Paoloni, A. C. Felici, F. Matera, M. Nuzzo, "Multi-band infrared imaging for the characterization of underlying elements in the Santa Maria in Cosmedin altarpiece" (presentazione UniRM2, UniRM1))
- ✓ International School of Cultural Heritage - Campuses of INFN-LNF and ENEA, 12/12/2019 (organizzazione INFN-LNF, 3 partecipazioni INFN e 1 ENEA)
- ✓ Forum Italia-Argentina 2019: Tecnologie nucleari e digitali per i beni culturali e la fisica applicata. 20-21/11/2019 Buenos Aires (partecipazione INFN).

- ✓ ECHOPOLIS INTERNATIONAL conference 2018 «Nature and culture-based strategies and solutions for cities and territories: an idea whose time has come !», Athens, 26 Nov. 2018 (partecipazione UniRM2).
- ✓ THz Radiation Workshop “Spectroscopy and Imaging with THz Radiation using Ultimate Radiation Sources”, 10-11 December 2019, Sapienza Università di Roma: M. Missori et al, “THz spectroscopy for art conservation...and even more”, (presentazione orale CNR).
- ✓ Convegno Dyes & History in Archaeology, Amsterdam 7-8/11/2019, presentazione congiunta UniRM1 e UniRM3 "New approach for dyes extractions with gel: application of ammonia-EDTA for microextraction from textiles"
- ✓ Il congresso nazionale del CODIS Firenze, 8/11/2019:
 - R. Fantoni “Diagnostiche laser remote per l’acquisizione di informazioni sulla composizione e la morfologia di superfici monumentali” relazione su invito (relazione su invito ENEA)
- ✓ Organizzazione Workshop “Incontro sui risultati tecnico-scientifici dei progetti ADAMO e SISMI nell’ambito del DTC Lazio”, Roma 22/01/2020, CNR-IAC.
- ✓ Workshop The physics of parchments workshop, Namur, Belgio, 28-29/11/2019 dove sono stati presentati due contributi in forma di poster:
 - U. Zammit, C. Cicero, F. Mercuri, N. Orazi S. Paoloni, C. Glorieux, J. Thoen, Scanning Adiabatic Calorimetry (ASC), Light Transmission Analysis (LTA) and Imaging Investigations of Collagen Deterioration in Parchment, 2019;
 - M. Vadrucci, C. Cicero, b, G. De Bellis, F. Mercuri, Evaluation of the effects of the X-rays irradiation on collagen matrix: a new proposed disinfection method, 2019.
- ✓ Máster propio en análisis y autenticación de obra de arte (I Edición) UUNIVERSITAT DE VALÈNCIA, 23-24 gennaio 2020:
 - Luca Lanteri “Dipinti e Sculture italiane: uno studio diagnostico I”
 - C. Pelosi “Dipinti e Sculture italiane: uno studio diagnostico II”

Web News:

- ✓ News sulla pagina Facebook INFN-CHNet (<https://www.facebook.com/INFN.CHNet/>) riguardanti aggiornamenti periodici sui siti di analisi, partecipazione ad eventi divulgativi, organizzazione di workshop di progetto.

Partecipazione a programmi televisivi

- ✓ Servizio sulle diagnostiche laser realizzate all’ENEA Frascati e applicate nel progetto ADAMO, trasmesso in TV il 14/12/2019 alle 14:30 su Rainews24 nell’ambito del programma Focus 24.
- ✓ Servizio di: MENICUCCI MAURIZIO - Beni artistici. Palazzo Chigi di Ariccia monitorato da team ricercatori Enea con innovativo laser scanner modificato. Int. Francesco Petrucci (Palazzo Chigi Ariccia), Massimiliano Guarneri (Enea), Maria Antonietta Ricci (Università Roma Tre). 18/11/2019 RAI 3 - TGR LEONARDO - 14.50

Pubblicazioni su rivista internazionale

Lavori pubblicati, ai 10 lavori già pubblicati nei primi tre trimestri si aggiungono le pubblicazioni n.11 -17:

1. Luca Lanteri, Giorgia Agresti, Corrado Vaccarella, Luca Lucchetti, Miriam Noto, Claudia Pelosi, "The mediaeval crypt of Saint Sepulchre in Acquapendente (Italy). Study and photogrammetric documentation of the painted surfaces" *European Journal of Science and Theology*, 2020, 16(1), 177-185.
2. Coronato M., Prezioso M. (2019), The Network of Protected Areas (NPA) as an Instrument to Implement Cross-Border, Public Services, *Urban Sci.*, 3, 97; pp. 1-10. doi:10.3390/urbansci3030097.
3. M. Sbroscia, M. Cestelli-Guidi, F. Colao, S. Falzone, C. Gioia, P. Gioia, C. Marconi, D. Mirabile Gattia, E.M. Loreti, M. Marinelli, M. Missori, F. Persia, L. Pronti, M. Romani, A. Sodo, G. Verona-Rinati, M. A. Ricci, R. Fantoni "Multi-analytical non-destructive investigation for the reconstruction of decorative apparatuses of "Villa della Piscina" in Rome" accettato al *Microchemical Journal* in corso di pubblicazione, December 2019. DOI: 10.1016/j.microc.2019.104450
4. Bartoli F., Ellwood n. T. W., Bruno L., Ceschin S., Rugini L., Caneva G., Ecological and taxonomic characterization of *Trentepohlia umbrina* (Kützing) Bornet growing on stone surfaces in Lazio (Italy). *Annals of Microbiology* 2019, DOI: 10.1007/s13213-019-01472-9.)
5. M. Vadrucci, C. Cicero, G. De Bellis: "Surface evaluation of the effect of X-rays irradiation on parchment artefacts through AFM and SEM", accettato per pubblicazione sulla rivista *Applied Surface Science* 2020 (Elsevier).
6. M. Vadrucci, C. Cicero, F. Borgognoni, G. De Bellis, C. Mazzuca, F. Mercuri, N. Orazi, E. Schifani. D. Uccelletti. "Effects of the ionizing radiation disinfection treatment on historical leather" accettato per la pubblicazione su *Frontiers in Materials e Frontiers in Chemistry*, 2020.
7. V.Spizzichino, L.Bertani, L.Caneve, M.F.Caso "Characterization of CH surfaces by different laser techniques" accettato per la pubblicazione su *Optical and Quantum Electronics*.

Lavori sottomessi, in attesa di valutazione:

- ✓ S. Ceccarelli, N. Orazi, C. Cicero, F. Mercuri, U. Zammit, S. Paoloni, A. C. Felici, F. Matera, M. Nuzzo, "INTEGRATION OF INFRARED IMAGING TECHNIQUES FOR THE STRATIGRAPHIC CHARACTERIZATION OF THE SANTA MARIA IN COSMEDIN ALTARPIECE", sottomesso ad *Archaeometry*.
- ✓ F. Colao, R. Fantoni, M. Romani, Multivariate analysis of time resolved LIF spectral data, *Studies in Conservation*, proc. of LACONA XII
- ✓ L. Ruggiero, A. Sodo, M. Cestelli Guidi, M. Romani, A. Sarra, P. Postorino, M. A. Ricci. "Raman and ATR FT-IR Investigations of innovative silica nanocontainers loaded with a biocide for stone conservation treatments". sottomesso al *Microchemical Journal*.
- ✓ G. Agresti, G. Bonifazi, G. Capobianco, C. Pelosi, S. Serranti and A. Veneri "Hyperspectral imaging as a powerful technique for evaluating the stability of Tattoo Wall®". sottomesso al *Microchemical Journal*.
- ✓ L. D'Aleo, A. Ciccola, N. Ghofraniha, I. Viola, S. Sennato, S. Magrini, M. Missori "Diagnostic study of ancient Durium phonographic discs", sottomesso al *Microchemical Journal*.
- ✓ I. Bellagamba, M. Caponero, M.L. Mongelli "Using Fiber optic sensors and 3D photogrammetric reconstruction for crack pattern monitoring of masonry structures at the Aurelian Walls in Rome" *Proceedings of STREMAH Conference 2019*.
- ✓ L. Ruggiero, F. Bartoli, M.R. Fidanza, F. Zurlo, E. Marconi, T. Gasperi, S. Tuti, L. Crociani, E. Di Bartolomeo, G. Caneva, M.A. Ricci, A. Sodo "Encapsulation of environmentally-friendly biocides in silica nanosystems for multifunctional coatings" sottomesso a *Applied Surface Science*

- ✓ L. Ruggiero, M.R. Fidanza, M. Iorio, L. Tortora, G. Caneva, M. A. Ricci, A. Sodo "Synthesis and characterization of an innovative self-cleaning multifunctional coating with antifouling properties for preserving architectural stone surface" sottomesso *Frontiers in materials*, section Colloidal Materials and Interfaces.
- ✓ V. Graziani, M. Iorio, M. Albinì, C. Riccucci, G. Di Carlo, P. Branchini, L. Tortora "Metals and environment: chemical outputs from the interaction between gilded copper-based objects and burial soil" *Frontiers in Materials*.
- ✓ S.A.B. Lins, S. Ridolfi, G. E. Gigante, R. Cesareo, G.M. Ingo, G. Di Carlo, A. Fabbri, P. Branchini, L. Tortora "Differential X-ray Attenuation in MA-XRF analysis for a non-invasive determination of gilding thickness" *Frontiers in Chemistry*
- ✓ A. Grottolì, M. Beccaccioli, E. Zoppis, R.S. Fratini, E. Schifano, M.L. Santarelli, D. Uccelletti and M. Reverberi. Nanopore sequencing and bioinformatics for rapidly identifying cultural heritage spoilage microorganisms. *Frontiers in Materials*.
- ✓ Proposta di special issue (Luglio 2019) *Economia della Cultura* a cura di M. Addis e M. Prezioso con la partecipazione di RM3, Cassino, UniTorVergata.
- ✓ Preparazione (pubblicazione marzo 2019) di volume su "Turismo e Cultural Heritage" contenente realtà aumentata con riferimento anche al progetto Adamo (a cura di M. Prezioso e S. Leonardi)
- ✓ Fessina A., Leonardi S., Pigliucci M., Prezioso M., "Adamo: diagnosi di un territorio, tra conservazione attiva e conservazione", in Battino S. (a cura di), *Il turismo per lo sviluppo delle aree interne. Esperienze di rigenerazione territoriale*, EUT-AIC, Trieste
- ✓ M. Vadrucci, A. Mazzinghi, B. Sorrentino, S. Falzone, C. Gioia, P. Gioia, E.M. Loreti, M. Chiari "Characterisation of ancient Roman wall painting fragments using non-destructive PIXE and XRF techniques" sottomesso a *X-Ray Spectrometry*
- ✓ A. Doria, G.P. Gallerano, E. Giovenale, M. Greco, M. Picollo, C. Cucci, K. Fukunaga, A. C. More: Review of the THz imaging activities in the field of cultural heritage, at the ENEA center of Frascati. Submitted to *Sensors*.
- ✓ Silvia Capuani, Valeria Stagno, Mauro Missori, Laura Sadori, Sveva Longo "High-resolution multiparametric MRI of contemporary and waterlogged archeological wood", Articolo sottomesso a *Magnetic Resonance in Chemistry*

Sito web di progetto

Il sito web di progetto, progettato e realizzato nel corso del secondo trimestre dalla Divisione per lo sviluppo Sistemi per l'Informatica e l'ICT (DTE ICT) di **ENEA**, progettoadamo.enea.it permette di avere la massima facilità di accesso alle attività svolte e ai risultati ottenuti dai laboratori coinvolti nel progetto. È strutturato in modo da rendere facile ed immediato il reperimento di tutte le informazioni base inerenti i singoli task. Inoltre, sono pubblicati i SAL, le relazioni tecniche e gli abstract delle pubblicazioni scientifiche prodotte dai vari gruppi di lavoro coinvolti, così come le presentazioni alle conferenze e agli eventi disseminativi rese disponibili, e sono presentate (tramite un breve CV), le giovani risorse che hanno collaborato al progetto..

Il menù principale, così strutturato:

- Progetto
- Risultati
- Media
- News ed Eventi (comprensivo delle slide delle presentazioni effettuate)
- Partner
- Contatti

- English.

Il sito stato continuamente aggiornato nel corso dell'ultimo periodo, lo stato di avanzamento riportato nel banner si riferisce alla data del 24/1/2020.

Brochure sui risultati del progetto

In occasione della partecipazione a RoME è stata predisposta, stampata e distribuita la brochure di "Progetto ADAMO – un anno di risultati" costituita da 28 pagine + copertina che riassume in maniera divulgativa i principali risultati delle attività svolte. La brochure è anche pubblicata sul sito di progetto.

Docufilm sulle attività del progetto

Tutta la documentazione preliminare relativa allo svolgimento delle attività è riportata sul sito di progetto. Si allegano alla presente relazione:

- n. 7 pubblicazioni già apparse su rivista internazionale (che si aggiungono a n. 10 pubblicazioni già allegata a SAL2+SAL3+SAL4).
- n. 4 proceedings di conferenza internazionale
- n. 17 testi di articoli scientifici sottomessi per la pubblicazione su rivista.
- n. 14 rapporti di progetto relativi a deliverable consolidate nel trimestre di riferimento (si ricorda che altri n. 6 allegati sono stati già forniti nella relazione di SAL1, altri n. 27 allegati sono stati già forniti nella relazione di SAL2, altri n. 34 allegati sono stati già forniti nella relazione di SAL3, e altri n. 9 allegati sono stati già forniti nella relazione di SAL4. costituendo altrettante deliverables.

Il coordinatore ha preparato la presente relazione SAL5.

Luogo, Data
Frascati 27.01.2020

Il coordinatore di progetto
Dott.ssa Roberta Fantoni

