



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Alternanza Scuola-Lavoro 2018

Liceo Scientifico Statale

Charles Darwin

4°DL

INTRODUZIONE ALL'ARCHEOMETRIA

Tutor:

Marcello Colapietro

Ombretta Tarquini

Studenti:

Vicari Giorgio



INTRODUZIONE: Dal 19 al 23 Marzo siamo stati ospitati dal Consiglio Nazionale delle Ricerche a Montelibretti per affrontare l'esperienza di scuola lavoro nell'istituto di Cristallografia.

-Il primo giorno abbiamo visitato la struttura e abbiamo seguito un breve corso sulla sicurezza affinché fossimo preparati ad affrontare un'eventuale situazione di difficoltà. L'archeologa A. Savi si è occupata di fare una breve introduzione storico-artistica sulla civiltà longobarda (VI secolo d.C.) e sull'analisi di alcuni reperti archeologici rinvenuti nel 2011 in uno scavo che si trova nei pressi di Viterbo. Nel pomeriggio il professor Colapietro ha tenuto una lezione volta a farci comprendere meglio il funzionamento dei raggi X e la radiografia che abbiamo utilizzato nei giorni seguenti per analizzare i reperti trovati.

-Durante la seconda giornata il professor Colapietro ha introdotto il concetto di milliampere e dell'unità di misura MAS. Successivamente ci siamo recati nell'edificio limitrofo dove abbiamo visionato la strumentazione che avremmo utilizzato nel pomeriggio. Poi siamo andati nel laboratorio di archeometria per osservare il funzionamento dei raggi X, utilizzandoli sulla spada con diversi valori di voltaggio.

-Nella terza giornata abbiamo effettuato una chiamata via Skype con la Dott.ssa Tarquini, la quale ci ha mostrato come ha unito le immagini delle radiografie tramite Photoshop. Poco dopo abbiamo elaborato uno schema per il PowerPoint da effettuare nei giorni seguenti.

-Nella quarta giornata abbiamo ultimato le relazioni, i PowerPoint ed eseguito una "fluorescenza X" sulla spada longobarda.

MATERIALI: I materiali analizzati sono reperti trovati in una Necropoli Longobarda nel 2011 in uno scavo archeologico a Vulci, vicino Viterbo. Il campo artistico nel quale si sono conservate le più note e abbondanti testimonianze di età longobarda, è l'oreficeria. L'oreficeria era l'arte prediletta dei Germani, che potevano portare con sé solo armi adorne di metalli preziosi e ornamenti per il corpo o per la cavalcatura; oggetti piccoli, dotati di valore soggettivo, facili da portar via in caso di fuga. Di conseguenza, l'arte orafa può essere vista come in gran parte eseguita da artigiani o artisti di etnia longobarda.

Elementi fondamentali dell'arte orafa dei maestri longobardi sono l'uso della lamina d'oro, della lavorazione a sbalzo e delle pietre preziose e semipreziose, oggetti come fibule, orecchini, guarnizioni da fodera di scramasax (tipica spada corta ad un solo taglio) e guarnizioni da sella. In particolare abbiamo toccato con mano una fibbia, dei denti longobardi, un cranio corroso e assottigliato dal terreno acido dal quale è stato estratto e una spada decorata della lunghezza di circa 1 metro, informazione che ci è utile per affermare lo status sociale dell'individuo.



Fibbia in bronzo di una cintura.



Guarnizione di cintura decorata in stile animalesco.

METODOLOGIE: -*radiografia a raggi X*. Si basa sull'interazione tra un fascio di fotoni (raggi X) diretti da una sorgente a un recettore, e la materia interposta, solitamente un corpo biologico. Gli atomi di tale corpo interferente impediscono ad alcuni fotoni di raggiungere il recettore, che quindi riprodurrà un'immagine fedele del corpo "in negativo", essendo impressi sulla pellicola i fotoni che invece non vengono assorbiti. Il principale utilizzo della radiografia è in campo medico come strumento diagnostico, ma trova applicazioni anche in ambito archeologico e industriale per esempio nei controlli non distruttivi dei materiali.

ANALISI: -Inizialmente abbiamo fatto una stima su quante radiografie fare della spada, poco dopo abbiamo utilizzato una al fosforo chiusa nella sua custodia che abbiamo posizionato sotto la spada. Con l'alimentatore impostato su diversi valori per ottenere la combinazione migliore, che variavano da 69 a 75 kV e da 3 a 5 secondi, abbiamo eseguito la scansione. Abbiamo ricondotto tutte le radiografie ad un'unica immagine tramite le funzioni di Photoshop. Infine siamo venuti a conoscenza della composizione chimica della spada, ovvero ferro e probabilmente decorazioni in rame.

DESCRIZIONE DEI RISULTATI: Dall'analisi delle radiografie della spada di bronzo abbiamo ipotizzato la presenza di una decorazione in stile animalesco simile a quella della fibbia longobarda, oltre ai resti di un corpo estraneo ed ai suoi relativi filamenti.

CONCLUSIONI: -Grazie a questa esperienza attraverso le indicazioni e l'aiuto del personale abbiamo avuto la possibilità di approfondire le nostre conoscenze riguardo il mondo dell'archeometria. Siamo venuti a conoscenza delle tecniche utilizzate per analizzare i reperti trovati. In questo percorso abbiamo incontrato alcune difficoltà soprattutto quando sono state introdotte le due metodologie: radiografia e fluorescenza. In conclusione, questa esperienza è stata interessante

ma soprattutto ci ha aperto nuovi orizzonti per le nostre future scelte di lavoro.



Spada originale longobarda.



Radiografia della spada longobarda.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA:

[HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/LONGBARDI](https://it.wikipedia.org/wiki/Longobardi)

[HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/RAGGI_X](https://it.wikipedia.org/wiki/Raggi_X)

[HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/SPETTROFOTOMETRIA_XRF](https://it.wikipedia.org/wiki/Spettrofotometria_XRF)

[HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/FLUORESCENZA](https://it.wikipedia.org/wiki/Fluorescenza)



**Consiglio
Nazionale delle
Ricerche**

Alternanza Scuola-Lavoro 2018

Studente:

I.I.S.S. Charles Darwin - Roma

Valentina Gentili

Opzione liceo scientifico

Tutor:

Ombretta Tarquini

Marcello Colapietro

ICLA

ICTV

**CNR Istituto di Cristallografia
Laboratorio di Archeometria**

Introduzione all'Archeometria

INTRODUZIONE: noi studenti del Darwin siamo stati al Consiglio Nazionale delle Ricerche a Piana Bella Montelibretti per una settimana, dal 19 marzo al 23 marzo 2018 per seguire il progetto di alternanza scuola lavoro della durata complessiva di 35 ore. Fin dall'inizio, dopo un'iniziale corso sulla sicurezza dove ci sono stati spiegati i diversi segnali di divieto, avvertimento, pericolo, protezione, prevenzione e sicurezza siamo stati divisi in gruppi secondo la lista che in precedenza ci era stata mandata; di conseguenza un gruppo è rimasto con il tutor Guido Righini per seguire un corso su *Editoria Digitale Accademia e Scienza 2.0*, il secondo si è recato in biblioteca il proprio tutor per seguire un percorso di *scrittura di articoli scientifici in campo biologia*. Il nostro, composto da Alessio Tomassini, Lorenzo Lombardo, Xu HongYu, Giorgio Vicari e uno studente proveniente da un'altra scuola, ha seguito un corso di *Introduzione all'Archeometria*. Nei giorni a seguire ci sono stati indicati dall'archeologa A. Savi i luoghi del ritrovamento delle tombe etrusche e i reperti trovati, facendoceli toccare con mano, trattato il funzionamento dei raggi X, gli strumenti per eseguire una radiografia e il loro funzionamento, la definizione di MAS (milliampere per secondi); abbiamo poi eseguito radiografie parziali di una spada etrusca trovata vicino al femore destro di un

guerriero longobardo la cui tomba si trovava nei pressi di Viterbo. Abbiamo fatto diverse esposizioni della spada a differenti gradi di penetrazione dei raggi X, per la punta, il manico, il corpo centrale e le abbiamo analizzate per trovare le condizioni migliori con cui fare la radiografia completa.

Tramite ImageJ e Photoshop abbiamo assemblato le immagini per ricostruire l'immagine radiografica dell'intera spada, da cui definire lo stato di conservazione. Abbiamo infine presentato un power point con i risultati ottenuti.

MATERIALI: Abbiamo analizzato una spada di mano longobarda. I Longobardorum furono una popolazione germanica, protagonista tra il II e il VI secolo di una lunga migrazione che la portò dal basso corso dell'Elba fino all'Italia. Durante la lunga fase nomade (I-VI secolo), i Longobardi svilupparono un linguaggio artistico che aveva molti tratti in comune con quello delle altre popolazioni germaniche dell'Europa centro-settentrionale. Popolo nomade e guerriero, non poté dedicarsi allo sviluppo di tecniche artistiche che presupponessero un insediamento stanziale e l'uso di materiali di difficile trasporto. Nelle loro tombe, disposte in file lineari parallele troviamo quasi solo armi e gioielli, che rappresentano l'essenza della creazione artistica materialmente eseguita da artefici longobardi. L'artigianato longobardo, documentato dai numerosi reperti tombali, primeggia soprattutto nella lavorazione dei metalli, in particolare nella produzione delle armi e delle oreficerie. Elementi caratteristici dell'arte orafa longobarda sono l'uso della lamina d'oro, della lavorazione a sbalzo e delle decorazioni con pietre preziose e semipreziose. Tra i

numerosi manufatti prodotti ci sono fibule, orecchini, piatti di legature, reliquiari, guarnizioni per scramasax (pugnali) e per selle. Peculiari sono poi gli scudi da parata. I soggetti spesso rappresentati erano animali stilizzati, a titolo di esempio ci hanno fatto vedere delle decorazioni in lamina d'argento. L'oggetto da noi analizzato è una spada molto lunga, probabilmente simbolo di status sociale, di proprietà di un guerriero. Al momento delle prime analisi non sembra presentare decorazioni, fatto insolito in quanto spade come questa erano solite presentare motivi

decorativi, forse sono state mangiate dalla corrosione. Presentava un manico forse in legno, ora completamente scomparso.

← Decorazione con cavalli stilizzati.



Fibbia di cintura longobarda. →

METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE: La metodologia da noi usata è stata la radiografia; nata nel 1895 con la scoperta dei raggi X, da parte del fisico Wilhelm Conrad Röntgen che descrisse per primo le loro proprietà. Questi raggi precedentemente sconosciuti

(da qui l'X del nome) sono un tipo di radiazione elettromagnetica. Tale tecnica si basa sull'interazione tra un fascio di fotoni diretti da una sorgente a un recettore, e la materia interposta, solitamente un corpo biologico, nel nostro caso un reperto archeologico. Gli atomi di tale corpo interferente impediscono ad alcuni fotoni di raggiungere il recettore, che quindi riprodurrà un'immagine fedele del corpo "in negativo", essendo impressi sulla pellicola i fotoni che invece non vengono assorbiti. Bisogna ricordare che è possibile avere le parti che compongono un determinato oggetto ben definite poiché ogni 'materiale' assorbe i fotoni in quantità diversa. Per quanto riguarda la strumentazione abbiamo usato un pc per avere l'immagine digitale con installati Imagej e KodakScan , delle lastre come quelle che vengono usate per eseguire mammografie della dimensione 18×24 cm imbevute di fosforo 'drogato' il quale, quando colpito da fotoni, non libera immediatamente l'energia ma rimane in uno stato metastabile; un sistema digitale che scansiona il foglio con un laser trasmettendo il codice della posizione tramite coordinate al computer, uno strumento radiologico collegato a un alimentatore del tubo a raggi x che controlla tutta la parte elettrica.



Generatore con sopra
riportati kilovolt e
milliampere.



La struttura radiologica con il
tubo attraverso cui passano i
raggi x; i quali vengono poi
proiettati sul corpo da
prendere in esame.



Le lastre, estremamente costose, all'interno di questa custodia sono imbevute di fosforo 'drogato'. La radiografia su di esso impressa non è visibile a occhio nudo

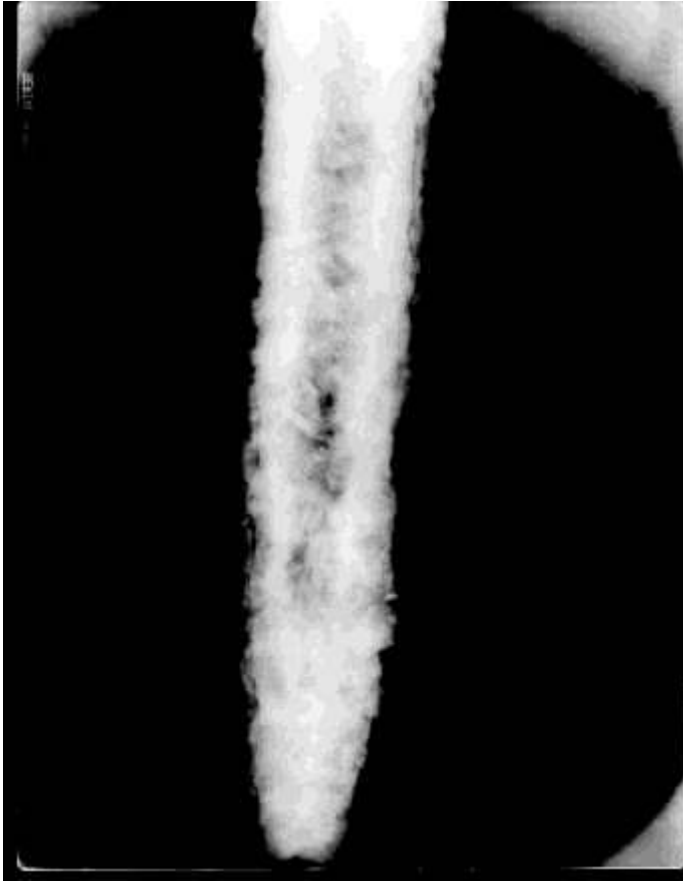


Il sistema radiografico digitale Kodak, usato normalmente da dentisti, può rivelarsi utile e pratico anche in questi campi

LE ANALISI: Una volta portata la spada ne abbiamo eseguito le radiografie posizionando l'oggetto, chiudendo le porte e allontanandoci, contando il tempo di esposizione ai raggi X; sono state compiute a diversa potenza e per diverso tempo più radiografie delle componenti principali della spada modificando le opzioni del generatore di volta in volta, al fine di avere le condizioni che avrebbero permesso una migliore analisi dello stato di conservazione. Di conseguenza abbiamo inizialmente eseguito per 5 secondi a 69 kilovolt radiografie del corpo centrale e del manico, poi con gli stessi kilovolt ma per 3 secondi il manico, per 3 secondi a 75 kilovolt nuovamente il manico. Soddisfatti di queste ultime impostazioni abbiamo deciso di completare la radiografia del reperto tenendolo in esposizione circa 5 secondi e dividendolo in porzioni più piccole. Una volta conclusa questa operazione abbiamo portato i fogli, e li abbiamo letti tramite il laser durante la scansione, ottenendo l'immagine digitale in formato .dcm (bisogna ricordare che a occhio nudo non si può vedere l'immagine della lastra) che poi abbiamo analizzato tramite Imagej e Photoshop insieme alla tutor O. Tarquini via Skype. Durante il collegamento abbiamo ritagliato le radiografie migliori delle 5 parti in cui abbiamo diviso la spada e le abbiamo inserite in una base, unendo i pezzi, migliorando la risoluzione e cambiando il formato in

.tif. Per avere il tipo di materiale usato ci siamo basati sul fenomeno della fluorescenza X che funziona eccitando gli atomi di cui un oggetto è composto e individuando i differenti elementi .

DESCRIZIONE DEI RISULTATI: Le radiografie che si sono ottenute a seguito di queste operazioni hanno indicato uno stato di conservazione precario. Viene a delinearsi, da come si può notare sia nel corpo centrale, che nonostante debba essere spesso e resistente presenta diversi 'buchi', individuati dalle macchie scure nel centro della lastra, sia nel manico che nella punta dove sono presenti diversi frammenti mancanti separati dal complesso, una spada corrosa dal tempo e da un terreno molto acido. Tramite analisi abbiamo individuato una sorta di decorazione simile a quella con cavalli stilizzati, inoltre è probabile che in corrispondenza della lama la spada sia stata rinforzata per renderla più resistente. Il materiale usato è, a seguito delle analisi condotte tramite spettrofotometria è il ferro, ma sono state riscontrate tracce di rame. Dall'osservazione delle radiografie sono stati trovati filamenti del fodero nel quale si trovava originariamente la spada. Dalla parte dell'impugnatura è rimasto solo il cuore metallico ai lati del quale era presente il supporto organico.



La radiografia della punta della spada.

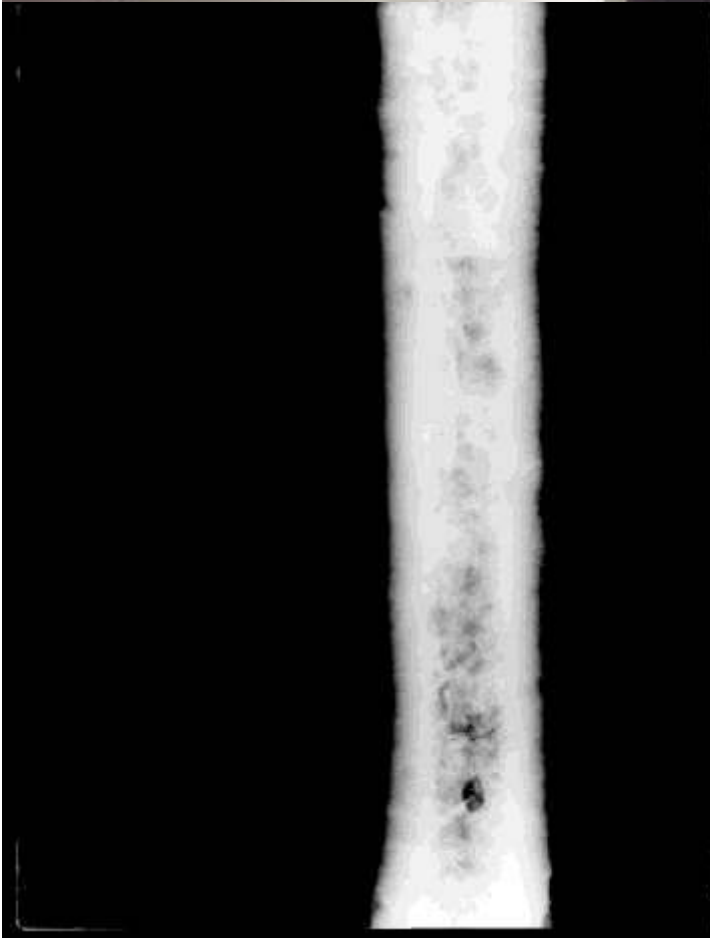




Il rivelatore unito alla struttura che permette di trasformare l'energia liberata in un segnale elettrico che viene interpretato dal computer, al fine di scoprire il materiale usato. La radiografia completa della spada, eseguita tramite Photoshop e la spada nella realtà.



Il reperto durante l'esecuzione delle lastre



Radiografia del corpo centrale, si possono notare le aree più scure che sono state soggette a corrosione

CONCLUSIONI: Dopo questa settimana di alternanza sono molte le nozioni che abbiamo imparato: come eseguire una radiografia, la storia di quest'ultima e in particolare come funziona l'intero processo, quanto sia importante il ruolo dell'archeologo e di chi analizza i reperti, li data e definisce tutto il background culturale e politico del tempo. Non sono state poche le difficoltà soprattutto riguardanti la parte di nozioni teoriche relative alle leggi che regolano l'assorbimento selettivo dei raggi x e il funzionamento della struttura con la quale eseguire radiografie, tuttavia abbiamo avuto tutor molto competenti e disponibili che hanno sempre lavorato per farci comprendere tutto al meglio. Una nostra riflessione riguarda il problema della mancanza di fondi, molto spesso infatti ci è stato riferito che a causa del costo dei macchinari i ricercatori devono 'accontentarsi' o addirittura rinunciare a diverse apparecchiature. Nonostante tutto l'intera esperienza si è conclusa nel migliore dei modi, infatti a seguito dei dati raccolti e delle nostre considerazioni si è stabilito che la spada, in ferro, si trovava in un fodero probabilmente in cuoio, era rinforzata lungo la lama, era principalmente da cerimonia e presentava una decorazione che oggi è di difficile riconoscimento o interpretazione a causa della corrosione; tuttavia, a partire dalle analisi fatte, si può ipotizzare che il motivo fosse in filo di rame.

SITOGRAFIA:

<https://it.wikipedia.org/wiki/Longobardi>

https://it.wikipedia.org/wiki/Raggi_X

<http://www.longobarditalia.net/articolo/la-metallurgia>

Introduzione all'Archeometria

Tutor:

Ombretta Tarquini

Marcello Colapietro

INTRODUZIONE

Ci troviamo qui, all' Istituto di cristallografia in provincia di Roma (CNR), per il progetto di alternanza scuola lavoro. L'attività che ci è stata proposta riguarda il campo dell'Archeometria. Essa si occupa della misura di ciò che è antico e dello studio scientifico con analisi di laboratorio dei materiali di interesse storico, archeologico, artistico e architettonico. In particolare ci è stato proposto di analizzare alcuni reperti di ignota identità poiché ricoperti ancora dalle tracce del terreno in cui sono stati ritrovati. Durante il percorso durato circa una settimana abbiamo raccolto informazioni grazie agli ospiti invitati che, raccontandoci le proprie esperienze professionali, ci hanno consigliato le metodologie migliori per analizzare il nostro caso.

Siamo riusciti ad riconoscere questi reperti inizialmente ignoti ed erano di origine longobarda. Poiché il terreno era particolarmente acido, erano mantenuti solo alcuni resti, come ad esempio nella tomba 3 viene mantenuto il bacino le ossa delle gambe o addirittura nella tomba 6 sono rimasti solo i denti e alcune tracce del corpo. Vicino ai corpi accompagnano alcune decorazioni come lo Scramasax , Lo specchio in bronzo e La fibbia. Dopo analisi dell'archeologa, ci viene introdotto dalla dottoressa Tarquini l'utilizzo di imageJ e Photoshop che sono due applicazioni fondamentali per riconoscere ed elaborare le radiografie. Inoltre ci viene spiegata l'estensione dei file che è una breve sequenza di caratteri alfanumerici (tipicamente tre), posto alla fine del nome di un file e separato dalla parte precedente con un punto. Per esempio le immagini

possono avere estensione JPG o PNG e si aprono con appositi programmi a seconda della tipologia del file.

MATERIALI

Il reperto si presenta come una lastra metallica molto sottile, si tratta di una guarnizione di cintura che indossavano gli uomini, probabilmente indicavano il livello sociale. La cintura viene decorato in stile animalesco.



INQUADRAMENTO STORICO DEI LONGOBARDI

I Longobardi furono una popolazione germanica, protagonista tra il II e il VI secolo di una lunga migrazione che la portò dal basso corso dell'Elba fino all'Italia. Il movimento migratorio ebbe inizio nel II secolo, ma soltanto nel IV l'intero popolo avrebbe lasciato il basso Elba; durante lo spostamento, avvenuto risalendo il corso del fiume, i Longobardi approdarono prima al medio corso del Danubio (fine V secolo), poi in Pannonia (V secolo), dove consolidarono le proprie strutture politiche e

sociali, si convertirono parzialmente al cristianesimo ariano e inglobarono elementi etnici di varia origine, germanici per la massima parte.

Entrati a contatto con il mondo bizantino e la politica dell'area mediterranea, nel 568, guidati da Alboino, si insediarono in Italia, dove diedero vita a un regno indipendente che estese progressivamente il proprio dominio sulla massima parte del territorio italiano continentale e peninsulare. Il dominio longobardo fu articolato in numerosi ducati, che godevano di una marcata autonomia rispetto al potere centrale dei sovrani insediati a Pavia; nel corso dei secoli, tuttavia, grandi figure di sovrani come Autari, Agilulfo (VI secolo), Rotari, Grimoaldo (VII secolo), Liutprando, Astolfo e Desiderio (VIII secolo) estesero progressivamente l'autorità del re, conseguendo un rafforzamento delle prerogative regie e della coesione interna del regno. Il Regno longobardo, che tra il VII e l'inizio dell'VIII secolo era arrivato a rappresentare una potenza di rilievo europeo, cessò di essere un organismo autonomo nel 774, a seguito della sconfitta subita a opera dei Franchi guidati da Carlo Magno.

Nel corso dei secoli, i Longobardi, inizialmente casta militare rigidamente separata dalla massa della popolazione romanica, si integrarono progressivamente con il tessuto sociale italiano, grazie all'emanazione di leggi scritte in latino (Editto di Rotari, 643), alla conversione al cattolicesimo (fine VII secolo) e allo sviluppo, anche artistico, di rapporti sempre più stretti con le altre componenti socio-politiche della Penisola (bizantine e romane). La contrastata fusione tra l'elemento germanico longobardo e quello romanico pose le basi, secondo il modello comune alla maggior parte dei regni latino-germanici altomedievali, per la nascita e lo sviluppo della società italiana dei secoli successivi.

METODOLOGIE E STRUMENTAZIONE

STRUMENTI UTILIZZATI:

RADIOGRAFIA:

Inventata da Wilhelm Conrad Röntgen nel 1895, il principio fisico su cui si basa la radiografia è l'assorbimento selettivo dei raggi X da parte della materia che attraversano. L'aspetto di una radiografia è simile al negativo di una fotografia in bianco e nero. L'immagine risulta più scura dove sul rivelatore arriva un gran numero di fotoni e risulta più chiara nelle zone in cui i fotoni sono maggiormente assorbiti dal materiale. Pertanto la radiografia è essenzialmente una mappa della densità totale dei fotoni X che attraversano l'oggetto. Questo effetto viene sfruttato per visualizzare strutture nascoste non visibili ad occhio nudo.



La radiografia della mano della moglie di Röntgen nel 1895



Alimentatore

LE ANALISI

Con l'aiuto del professor M. Colapietro, in laboratorio abbiamo analizzato i reperti a noi assegnati (una spada) e attraverso l'uso della strumentazione, siamo venuti a conoscenza degli elementi compositivi del materiale.

-Sono state fatte quattro misurazioni: Le prime due sulla parte centrale della spada e altre due sull'impugnatura.

- Sono stati processati in base ai tempi: dopo aver tarato lo strumento con degli oggetti di cui sapevamo già la consistenza, abbiamo posizionato l'oggetto sotto il laser di precisione attivato i raggi X, e nei rispettivi tempi di 3s\5s, abbiamo riportato i dati.

-La lastra viene scannerizzata dal lettore radiologico digitale. Dopodiché viene elaborato grazie all'applicazione ImageJ.



il lettore radiologico digitale



la parte centrale della spada - 69kilovolt in 5s



Il manico della spada – 75kilovolt in 3s

DESCRIZIONE DEI RISULTATI

Inizialmente si ipotizzava che la spada fosse di bronzo, ma dopo una serie di analisi siamo riusciti a capire che la spada è di ferro ed è corrosa.



Sia nella parte centrale che nella parte del manico. Inoltre è stata rivelata la presenza di una piccola quantità di rame, supponiamo che si trattasse delle decorazioni sulla spada.

CONCLUSIONI

Grazie a questa esperienza attraverso le indicazioni e l'aiuto del personale abbiamo avuto la possibilità di approfondire le nostre conoscenze riguardo il mondo dell'archeometria. Siamo venuti a conoscenza delle tecniche (radiografia e fluorescenza) utilizzate per analizzare i reperti trovati, abbiamo imparato ad utilizzare imageJ e

Photoshop per riportare i dati delle analisi sui grafici. Durante questa esperienza abbiamo incontrato alcune difficoltà soprattutto quando sono state introdotte le due metodologie: radiografia e fluorescenza. In conclusione, questa esperienza è stata interessante ma soprattutto ci ha aperto nuovi orizzonti per le nostre future scelte di lavoro.

BIBLIOGRAFIA

<https://it.wikipedia.org/wiki/Longobardi>

https://it.wikipedia.org/wiki/Raggi_X

<https://it.wikipedia.org/wiki/Radiografia>