



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica

---

**Una risorsa web per raccogliere immagini di  
colposcopia e addestrare sistemi esperti**

**A web resource for collecting colposcopy  
images and training expert systems**

Relatore:

*Prof.* FRANCESCO PIVA

Tesi di laurea di:

ALESSIO FRANCONI

*Un giorno tu ti sveglierai e vedrai una bella giornata.  
Ci sarà il sole, e tutto sarà nuovo, cambiato, limpido.  
Quello che prima ti sembrava impossibile diventerà semplice, normale.  
Non ci credi? Io sono sicuro. E presto. Anche domani*

Fëdor Michajlovič Dostoevskij

da “Le notti bianche”

# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>1 Colposcopia: cosa è e cosa si ricava dalle immagini</b>	<b>7</b>
1.1 Cosa è la colposcopia	7
1.2 Svolgimento dell'esame	9
1.3 Preparazione all'esame e avvertenze	11
1.4 Obiettivi	12
<b>2 Materiali e metodi</b>	<b>15</b>
2.1 Programmi utilizzati	16
2.2 Linguaggi impiegati	17
<b>3 Risultati</b>	<b>19</b>
3.1 Tabelle con spiegazione	19

3.2	Procedimento e codice. ....	24
3.3	Form e controlli .....	30
<b>4</b>	<b>Discussione .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Conclusione .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Sitografia .....</b>	<b>41</b>

## **Introduzione**

L'approccio che si ha con la colposcopia è in molti casi motivo di preoccupazione per la donna, in quanto la disinformazione ed i tabù riguardanti l'apparato genitale femminile portano ad avere troppo spesso un'immagine incompleta di cosa sia questo esame, come si esegue, a cosa serve e come svolgere la minima preparazione richiesta per tale analisi.

In questa tesi verrà brevemente introdotta la colposcopia, al solo scopo di tenere presenti le problematiche odierne con le quali si ha ancora a che fare durante tale esame, per tentare di fornire una visione delle possibilità di miglioramento offerte in un futuro prossimo dall'interazione fra tecnologia, professionisti coinvolti e pazienti consapevoli. Il fulcro di questo lavoro è quello di dare un input per la creazione concreta di un database nazionale contenente una grandissima quantità di immagini chiare, definite, dettagliate e il cui riscontro patologico sia stato accertato da analisi citologiche ed istologiche. Tutto ciò, aiuterebbe significativamente nell'addestramento di un sistema esperto di intelligenza artificiale, atto a riconoscere senza errori (possibilmente) future condizioni di patologia in immagini di colposcopia. In tal modo l'umano unisce le sue conoscenze, vagliate da rigorosi metodi scientifici che attestano la veridicità o meno della diagnosi, alla logica e velocità estreme di

sistemi esperti senza l'errore della soggettività, per portare le diagnosi ad un livello di accuratezza il più alto possibile.

# **1 Colposcopia: cosa è e cosa si ricava dalle immagini**

## **1.1 Cosa è la colposcopia**

La colposcopia è un esame diagnostico di secondo livello che viene effettuato qualora il pap-test, un controllo previsto durante la visita ginecologica annuale nelle donne di età compresa tra i 20 e i 64 anni, abbia rilevato lesioni o anomalie delle cellule del collo dell'utero, sulle quali potrebbe essere importante eseguire una biopsia, per approfondire ulteriormente le condizioni di salute dei tessuti del collo dell'utero (cervice uterina), e della mucosa vaginale.

L'obiettivo principale è quello di diagnosticare precocemente i tumori del collo dell'utero e della vagina, ma può essere molto utile anche per osservare e analizzare altre patologie benigne, come per esempio i condilomi.

Il tumore al collo dell'utero, se individuato in fase pre-cancerosa, può essere trattato e curato con alte probabilità di successo.

La colposcopia serve anche per provare a comprendere la causa di dolori pelvici o di sanguinamento uterino anormale, oppure in seguito a situazioni anomale successive ai rapporti sessuali.

Avendo classificato la colposcopia come esame di secondo livello, ne diamo di seguito la spiegazione.

Esami di primo livello: sono poco invasivi, non pericolosi, veloci e facili, si eseguono con paziente fermo ed hanno basso impatto economico come, ad esempio, l'Elettrocardiogramma (ECG). Possono essere svolti anche in un semplice ambulatorio.

Esami di secondo livello: sono esami anche detti “provocativi” poiché provocano un disturbo nel paziente per verificare l'effettiva esistenza della patologia. Possono avere una pericolosità minima e pertanto devono essere svolti in un ambiente protetto, ossia con strumentario e personale altamente specializzato, all'interno di un ambulatorio ben attrezzato. Per poterli eseguire il paziente deve firmare un consenso informato successivamente all'esposizione orale dello stesso da parte del medico.

Questi esami possono risultare positivi, dubbi o negativi.

In un esame dubbio devono essere svolti ulteriori accertamenti.

Un esame negativo indica che si può concludere il percorso di diagnosi del paziente.

Se l'esame è risultato positivo, la diagnosi è terminata, poiché c'è la necessità di iniziare un percorso terapeutico, possibilmente personalizzato.

Si presuppone dunque che il paziente riferisca un disturbo nel corso dell'esame (in questo caso si parla di sintomo), oppure vi sia una dimostrazione oggettiva e misurabile di una patologia (parliamo allora di segno).

Gli esami di secondo livello possono presupporre una minima preparazione da parte del paziente (per esempio restare a digiuno o astenersi dal fumo prima di fare l'esame), ma risultano più specifici e sono dunque più efficaci nel diagnosticare eventuali patologie, sebbene siano anche più lunghi e costosi.

Esami di terzo livello: il paziente potrebbe avere la percezione che si tratti di operazioni di lieve entità, ma in realtà sono ancora esami diagnostici. Essi sono dei test invasivi, durante i quali si introducono nel corpo alcuni strumenti.

Poiché sono invasivi e rischiosi, vanno effettuati soltanto se gli esami di primo e secondo livello sono risultati positivi.

## **1.2 Svolgimento della colposcopia**

Durante l'esame la paziente deve mettersi in posizione ginecologica (come accade per il pap test) per agevolare la dilatazione della vagina tramite lo speculum, uno strumento che distende le pareti di quest'ultima, mostrando in tal modo il collo dell'utero e le stesse pareti vaginali. Dopodiché viene inserito un piccolo tampone sul

quale è applicata una soluzione formata da acido acetico al 5 per cento oppure soluzione iodurata di Lugol (test di Schiller). Il ginecologo si accingerà poi ad eseguire l'esame vero e proprio tramite uno strumento ottico, chiamato colposcopio, che non viene inserito nella vagina, ma permette di esaminare la zona di interesse tramite l'osservazione della mucosa del collo dell'utero, con un ingrandimento fino a 60 volte.

L'esame dura circa 15-20 minuti e in genere non causa dolore.

Ai fini di questa ricerca è importante soffermarsi sulle due parti che compongono la cervice uterina:

- l'endocervice, cioè la parte che risulta più vicina al corpo dell'utero.
- l'ectocervice, che è la parte più vicina alla vagina.

Le cellule che formano le due parti hanno differente natura. Le cellule dell'ectocervice sono chiamate squamose, mentre quelle dell'endocervice vengono dette ghiandolari.

Questa distinzione serve a comprendere l'ulteriore divisione dei tumori che colpiscono la cervice uterina. Essi sono divisi a seconda delle cellule che colpiscono. Se riguardano le cellule dell'endocervice parliamo di adenocarcinoma. Se interessano le cellule dell'ectocervice siamo di fronte al carcinoma a cellule squamose.

Il test di Schiller (anche detto Lugol) consente di distinguere tra un epitelio escervicale maturo ed uno immaturo o anomalo. L'epitelio squamoso trofico, tipico dell'età fertile, assume una colorazione bruna a contatto con il colorante di Lugol, dato che contiene un'alta percentuale di glicogeno.

L'acido acetico serve per una diagnosi accurata, mentre la soluzione di Lugol aiuta durante il trattamento ad identificare il perimetro della lesione eventualmente da sottoporre a biopsia o da asportare.

In questa maniera le eventuali anomalie dei tessuti vengono più facilmente identificate. In base alla situazione che si presenta dopo l'applicazione dei due reagenti, il medico dovrà decidere se e dove eseguire la biopsia mirata. Tale terminologia si riferisce ad un prelievo di una piccola quantità di tessuto che verrà inviato in laboratorio per essere sottoposto ad approfondimento istologico e/o citologico.

### **1.3 Preparazione all'esame e avvertenze**

Per effettuare la colposcopia, è bene programmare l'esame in maniera che avvenga a distanza dal flusso mestruale ed evitare di avere rapporti sessuali nelle 24 – 48 ore precedenti l'esame.

Oltre la già citata biopsia, durante la colposcopia possono essere asportate direttamente le parti ritenute anomale (elettroescissione), che saranno poi inviate ai laboratori per ulteriori analisi specifiche.

Inoltre mentre si esegue l'esame vengono scattate fotografie da utilizzare a scopo di documentazione clinica, ed è proprio qui che si trova il punto focale di questa tesi, approfondito poco più avanti.

L'esame non si può effettuare nel caso in cui siano presenti perdite di sangue copiose. Il momento migliore è quindi 10-20 giorni dopo che sono comparse le mestruazioni. Infatti in presenza di sangue la mucosa diventa difficilmente visibile.

È possibile avvertire un lieve formicolio o un piccolo bruciore durante l'applicazione dell'acido acetico o del Lugol, oppure si può percepire un leggero fastidio nel caso in cui venga effettuata la biopsia.

## **1.4 Obiettivi**

L'NHSCSP (*National Health Service Cervical Screening Programme*) è un programma nazionale del Regno Unito che si prefigge di prevenire e rilevare in maniera precoce il cancro alla cervice e l'esistenza di condizioni pre-cancerose nella zona della cervice uterina.

Tale programma ha dichiarato che<sup>1</sup>: *“La colposcopia è un’indagine soggettiva, non assoluta ed oggettiva, per diagnosticare una neoplasia intraepiteliale ed un carcinoma invasivo della cervice uterina: il mancato riconoscimento di aspetti indicativi di carcinoma inizialmente invasivo è la ragione più frequente di comparsa di carcinoma invasivo successivo al trattamento”*.

La suddetta citazione sta ad indicare che la colposcopia è un esame diagnostico che, attraverso la cattura di immagini, permette al medico ginecologo di valutare in maniera soggettiva le condizioni di salute o meno della vagina, rilevando problematiche come polipi, sanguinamenti, infiammazioni o comunque situazioni non fisiologiche che potrebbero portare allo sviluppo di patologie più severe. Il problema risiede nel fatto che gli umani non riescono a valutare in maniera oggettiva ed univoca tali immagini, pertanto gli algoritmi potrebbero fornire un notevole aiuto per risolvere tale questione. I medici che, evidenziando nelle foto le aree da loro ritenute con caratteristiche fuori dalla norma, trovano poi un riscontro positivo in seguito alla biopsia, e descrivono la problematica riscontrata, potrebbero fornire parametri corretti ad un algoritmo. Esso, raccogliendo migliaia di immagini di colposcopia,

---

1. 1 R.Volante, A.2006, Presentazione di PowerPoint (gisci.it). Roma: Gisci, slide 2, riferimento alla dichiarazione dell’NHSCSP 2 1996

si pone l'obiettivo di arrivare a determinare con precisione quando c'è l'instaurarsi di una condizione pre-cancerosa e/o pericolosa per la paziente oppure no. Si sente quindi la necessità di aumentare la precisione e l'accuratezza della diagnosi medica ricavata sulla base delle immagini raccolte durante la colposcopia, ed è su questo che verte il lavoro della presente tesi.

## 2 Materiali e metodi

Come già introdotto nel capitolo 1, è stata creata una banca dati contenente immagini di colposcopia, nelle quali le aree evidenziate dai medici, indicate come potenzialmente contenenti tessuto tumorale, serviranno da addestramento per un programma di intelligenza artificiale atto a riconoscere con precisione la presenza di neoplasie.

Per questo lavoro è stato adoperato l'ambiente di programmazione 'VisualStudioCode' per creare 4 tabelle grazie al linguaggio PHP, che fossero collegate ad un database MySQL situato in PhpMyAdmin, nelle quali, in un futuro prossimo, tutti gli operatori sanitari in possesso delle credenziali per potervi accedere, immetteranno dati delle pazienti, foto di colposcopie e la storia clinica delle stesse in un database organizzato ed intuitivo.

Questa banca dati, pronta per essere riempita, si trova al momento nell'host locale (*localhost*), cioè non è visualizzabile navigando su Internet: renderla fruibile nella rete globale sarà il prossimo passo da svolgere.

Conseguentemente all'utilizzo del programma VisualStudioCode, è stata la volta di impiegare ulteriori programmi per rendere possibile la visualizzazione di ciò che è stato creato in una pagina web locale,

in maniera da potersi rendere conto, come se fosse un'anteprima, di ciò con cui le figure professionali, preposte ad utilizzare questo database, sarebbero venute a contatto.

## 2.1 Programmi utilizzati

- **VisualStudioCode:** E' un editor di codice sorgente, ossia un ambiente di sviluppo nel quale l'utente può utilizzare diversi linguaggi di programmazione per creare applicazioni, che in questo caso è stato usato a fini scientifici.
- **Xampp:** Parliamo di un software gratuito che include il database MySQL, nel quale si trovano le tabelle oggetto di studio, create tramite VisualStudioCode grazie ai linguaggi di programmazione PHP, CSS, HTML e SQL. Inoltre, in Xampp, è disponibile phpMyAdmin, che è uno strumento di gestione dei database MySQL.
- **Apache:** E' un server-web usato per comunicare tra host e client nella rete locale. In generale gestisce le richieste del client e invia le risposte dell'host, fungendo da tramite per lo scambio di informazioni riguardanti pagine web, immagini, file...
- **Laragon:** Si tratta di un ambiente di sviluppo locale in grado di gestire 'Apache'. Grazie a questo programma è stata stabilita la

connessione al database MySQL presente in Xampp, con Apache che gestiva le comunicazioni, ed è stato possibile adottare il codice creato in VisualStudioCode per la creazione della banca dati.

## 2.2 Linguaggi impiegati

Vediamo più nel dettaglio quali sono i linguaggi di programmazione di cui si è parlato precedentemente e che ruolo hanno avuto:

- PHP: Creato nel 1994 da Rasmus Lerdorf. Inizialmente permetteva solo di gestire pagine personali. Il significato di tale acronimo corrisponde a '*Personal Home Page*', secondo l'annuncio pubblicato in PHP 1.0 dall'autore.

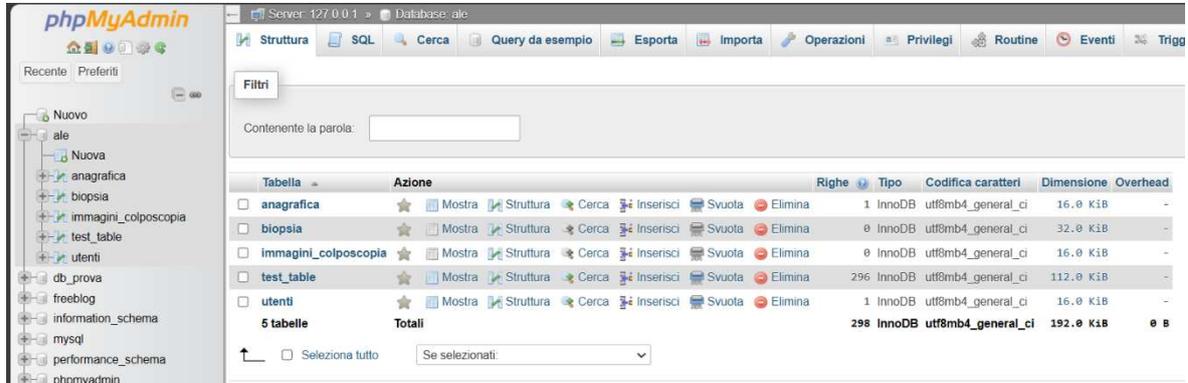
- CSS: questo linguaggio, sviluppato nel 1996 dal '*World Wide Web Consortium*', si usa per definire la formattazione di pagine web, allo scopo di migliorarne la leggibilità e la praticità. Tale acronimo sta per '*Cascading Style Sheets*', e si integra in maniera appropriata con il linguaggio sottostante

- HTML: Il suo nome significa *HyperText Markup Language* e determina la struttura delle pagine web, consentendo un'interazione tra gli elementi della pagina, oltre che tra utente e pagina del sito. Gestisce risorse quali immagini, file e link che portano a pagine ulteriori all'interno del sito o anche esterne.

- SQL: L'organizzazione dei dati all'interno del database relazionale MySQL è stata affidata allo *Structured Query Language*, che riesce a modificare le informazioni presenti nelle tabelle in maniera intuitiva, semplice e completa.

## 3 Risultati

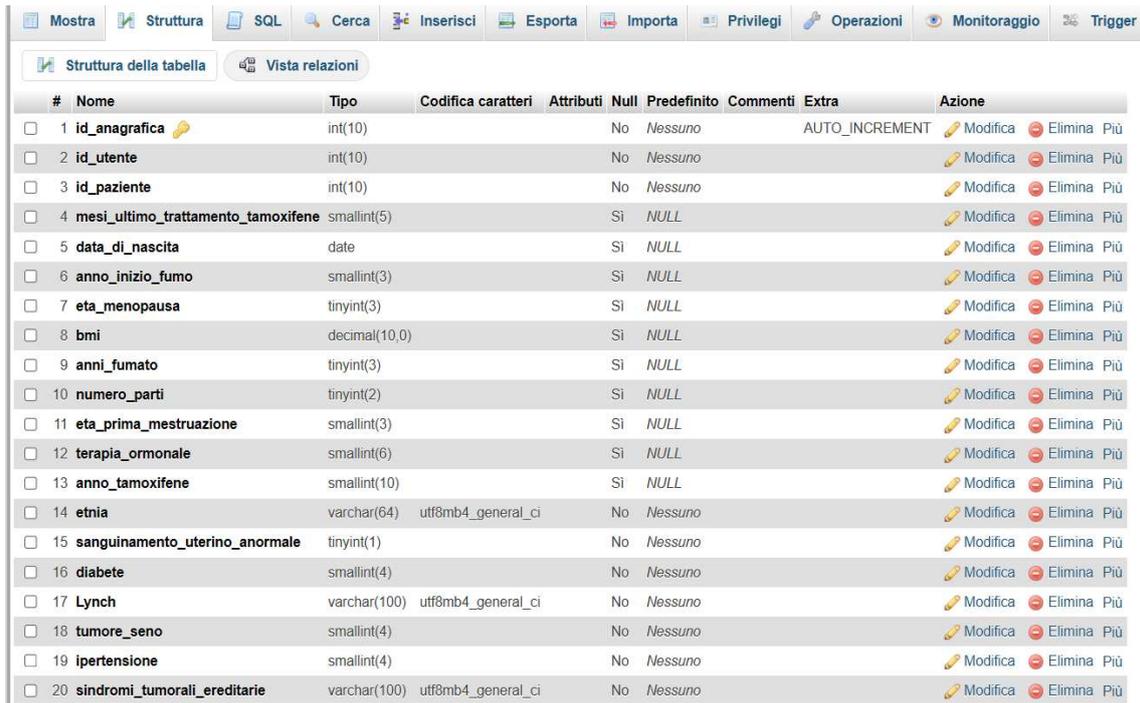
### 3.1 Tabelle con spiegazione



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database named 'ale'. The left sidebar displays a tree view of the database structure, including tables like 'anagrafica', 'biopsia', 'immagini\_colposcopia', 'test\_table', and 'utenti'. The main area shows a table list with columns: Tabella, Azione, Righe, Tipo, Codifica caratteri, Dimensione, and Overhead. The table 'anagrafica' is highlighted.

Tabella	Azione	Righe	Tipo	Codifica caratteri	Dimensione	Overhead
<input type="checkbox"/> anagrafica	Mostra   Struttura   Cerca   Inserisci   Svuota   Elimina	1	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KiB	-
<input type="checkbox"/> biopsia	Mostra   Struttura   Cerca   Inserisci   Svuota   Elimina	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KiB	-
<input type="checkbox"/> immagini_colposcopia	Mostra   Struttura   Cerca   Inserisci   Svuota   Elimina	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KiB	-
<input type="checkbox"/> test_table	Mostra   Struttura   Cerca   Inserisci   Svuota   Elimina	296	InnoDB	utf8mb4_general_ci	112.0 KiB	-
<input type="checkbox"/> utenti	Mostra   Struttura   Cerca   Inserisci   Svuota   Elimina	1	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KiB	-
<b>5 tabelle</b>	<b>Totale</b>	<b>298</b>	<b>InnoDB</b>	<b>utf8mb4_general_ci</b>	<b>192.0 KiB</b>	<b>0 B</b>

Figura 3.1, tabelle nel mio database relazionale MySQL 'ale'



The screenshot shows the 'Struttura della tabella' view for the 'anagrafica' table. It lists 20 columns with their data types, attributes, and actions.

#	Nome	Tipo	Codifica caratteri	Attributi	Null	Predefinito	Commenti	Extra	Azione
<input type="checkbox"/> 1	id_anagrafica	int(10)			No	Nessuno		AUTO_INCREMENT	Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 2	id_utente	int(10)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 3	id_paziente	int(10)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 4	mesi_ultimo_trattamento_tamoxifene	smallint(5)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 5	data_di_nascita	date			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 6	anno_inizio_fumo	smallint(3)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 7	eta_menopausa	tinyint(3)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 8	bmi	decimal(10,0)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 9	anni_fumato	tinyint(3)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 10	numero_parti	tinyint(2)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 11	eta_prima_mestruazione	smallint(3)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 12	terapia_ormonale	smallint(6)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 13	anno_tamoxifene	smallint(10)			Si	NULL			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 14	etnia	varchar(64)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 15	sanguinamento_uterino_anormale	tinyint(1)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 16	diabete	smallint(4)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 17	Lynch	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 18	tumore_seno	smallint(4)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 19	ipertensione	smallint(4)			No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più
<input type="checkbox"/> 20	sindromi_tumorali_ereditarie	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica   Elimina   Più

Figura 3.2, tabella 'anagrafica'

#	Nome	Tipo	Codifica caratteri	Attributi	Null	Predefinito	Commenti	Extra	Azione
<input type="checkbox"/>	1 id_colposcopia 📌	int(11)			No	Nessuno		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 id_anagrafica	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	3 Condizione_esame	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	4 nome_colposcopista	varchar(50)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	5 cognome_colposcopista	varchar(50)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	6 id_utente	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	7 data_colposcopia	date			SI	NULL			
<input type="checkbox"/>	8 strumentazione	varchar(1000)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	9 fase_ciclo	varchar(50)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	10 percorso_e_nome_cartella	varchar(300)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	11 note_diagnostiche	varchar(8000)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	12 posizione_X	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	13 posizione_Y	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	14 metodi_campionamento_endometrio	varchar(50)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			

Figura 3.3, tabella 'immagini\_colposcopia'

#	Nome	Tipo	Codifica caratteri	Attributi	Null	Predefinito	Commenti	Extra	Azione
<input type="checkbox"/>	1 id_biopsia 📌	int(11)			No	Nessuno		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 id_anagrafica	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	3 id_colposcopia	int(11)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	4 nome_immagine_colposcopia	varchar(300)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	5 istologia	smallint(6)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	6 polE	tinyint(4)			No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	7 polE_mutata	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	8 p53	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	9 CNV	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	10 mutazioni	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	11 p16	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	12 er	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	13 pr	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	14 vimentina	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	15 CK7	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	16 PAX8	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			
<input type="checkbox"/>	17 KI67	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			

Figura 3.4, tabella 'biopsia'

#	Nome	Tipo	Codifica caratteri	Attributi	Null	Predefinito	Commenti	Extra	Azione
<input type="checkbox"/>	1 nome	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	2 cognome	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	3 sede	int(3)			No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	4 pwd	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	5 email	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	6 id_utente	int(11)			No	Nessuno		AUTO_INCREMENT	Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	7 autorizzazione_attiva	tinyint(1)			No	Nessuno			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	8 data_iscrizione	date			Si	NULL			Modifica  Elimina  Più
<input type="checkbox"/>	9 data_revoca_autorizzazione	date			Si	NULL			Modifica  Elimina  Più

Figura 3.5, tabella ‘*utenti*’

Nella figura 3.1 è rappresentata la pagina iniziale del database MySQL “*ale*”, contenente le 4 tabelle utilizzate per il progetto, più un’altra di prova (chiamata appunto *test\_table*).

All’interno del database, potremo vedere la struttura delle tabelle, pronte ad accogliere, nell’obiettivo del progetto, i futuri dati forniti dai diversi ospedali italiani. Vediamo ora i campi contenuti in ogni tabella.

Si nota che nella tabella della figura 3.2 ci sono 20 campi, di cui 17 riguardano la storia clinica delle pazienti, per riuscire a comprendere meglio le correlazioni che ci sono tra essa e lo sviluppo di un tumore maligno al collo uterino o comunque delle patologie connesse. I primi tre campi che vediamo sono:

1. *id\_anagrafica*: possiamo notare che di fianco al nome di tale campo vi è una chiave gialla. Ciò significa che tale valore rappresenta la *'Primary Key'*, ossia il valore che la tabella prenderà come indice univoco per riferirsi ad ognuno degli altri campi presenti in essa. Vediamo poi sotto al campo *'Extra'* la parola *'AUTO\_INCREMENT'*. Questo indica che ogni volta che inserisco i valori degli altri 19 campi, *"id\_anagrafica"* sarà automaticamente incrementata, senza bisogno di dover modificare manualmente il valore tale campo.
2. *id\_utente*: qui va inserito il numero univoco di ogni utente che immette i dati nella tabella della figura 3.2. Il valore di *"id\_utente"* è collegato alla tabella *'utenti'* (figura 3.5), la quale fornisce informazioni su chi inserisce i dati nella tabella *'anagrafica'*.
3. *id\_paziente*: è il campo nel quale andrà immesso il valore numerico che viene assegnato ad ogni paziente, alla quale sono correlate, oltre la storia clinica presente in questa tabella, altre informazioni contenute nella tabella *'biopsia'* e in *'immagini\_colposcopia'*. Il numero della paziente in ognuna delle tre tabelle è uguale ed univoco, per riconoscere immediatamente di chi ci si sta occupando.

Esaminiamo poi le altre immagini contenute nella sezione 3.1 del III capitolo. Applicando il comando *'JOIN'* in linguaggio SQL nella maniera più opportuna, si impone che i dati della tabella *'anagrafica'* (figura 3.2) vengano richiamati in maniera inequivocabile nella tabella *'immagini\_colposcopia'* (figura 3.3), tramite il campo *'id\_anagrafica'*, presente in entrambe le tabelle. Nella tabella *'biopsia'* (figura 3.4) è stata eseguita la stessa procedura sopra descritta per i campi *'id\_anagrafica'* e *'id\_colposcopia'*.

Spiegati i collegamenti tra le varie tabelle, è importante capire perché sono stati eseguiti. Abbiamo avuto bisogno di costruire le tabelle nella maniera sopra descritta al fine di abbinare ogni paziente, con la propria storia clinica, ad ogni sua singola colposcopia contenente una o più immagini, e ad ogni eventuale biopsia effettuata negli anni. È stato necessario anche conoscere le specifiche di chi immetteva i dati, in maniera da rendere unico ogni singolo inserimento per avere un database chiaro e completo.

## 3.2 Procedimento e codice

Ora che abbiamo visualizzato le tabelle e definito come sono collegate tra loro, vediamo più nello specifico in quale maniera sono state create.

Innanzitutto è stato aperto Laragon, e cliccando sul bottone *'Start All'*, il programma è stato avviato.

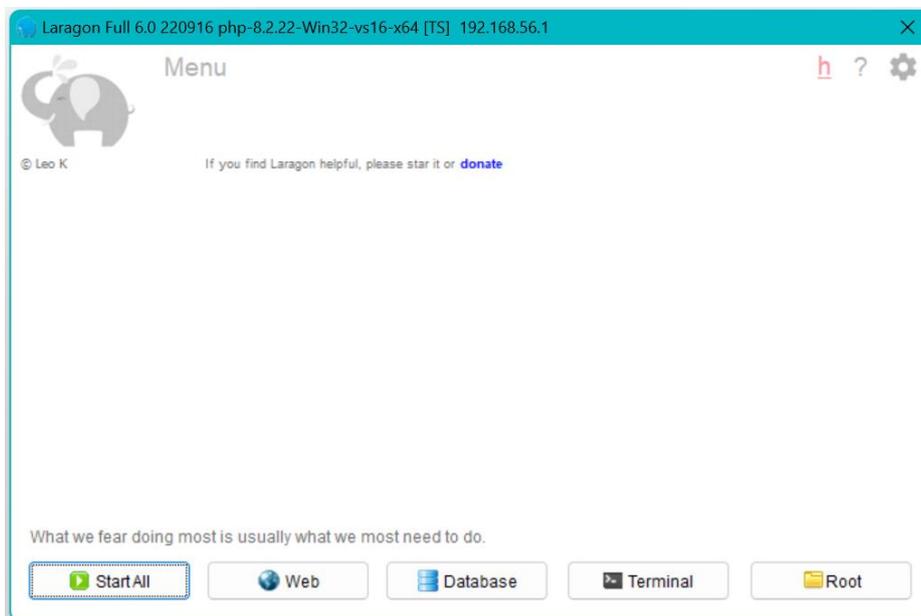


Figura 3.6, interfaccia di Laragon

A questo punto l'applicazione ha aperto il web-server Apache, e grazie ad esso, creato un collegamento con phpMyAdmin per gestire il database MySQL *'ale'*.

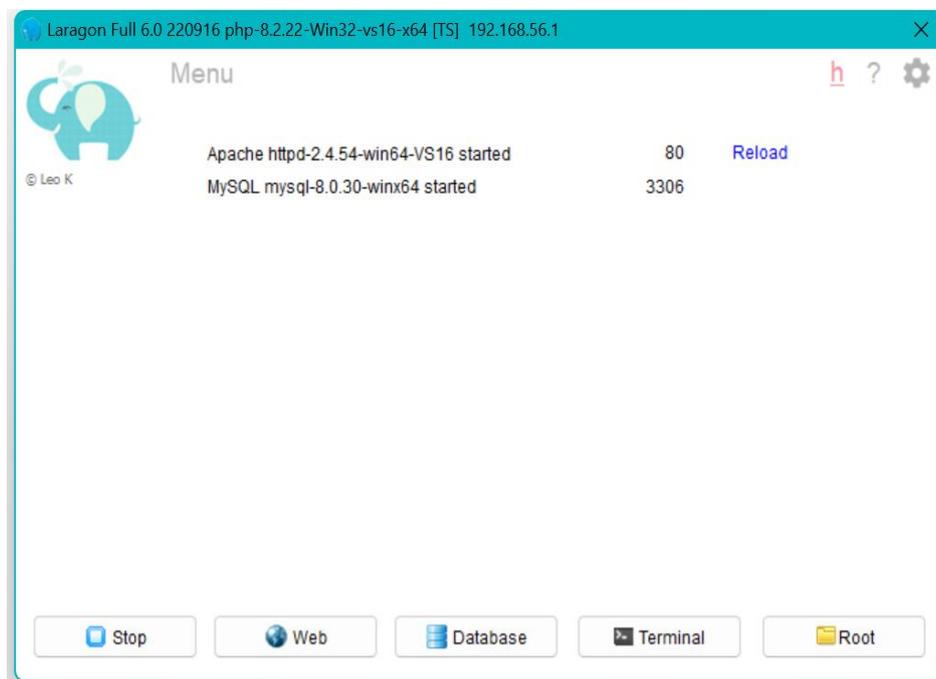


Figura 3.7, avvio di Laragon ed applicazioni connesse ad esso

In seguito, si è dovuta configurare la connessione tra i file presenti in VisualStudioCode e phpMyAdmin, al fine di poter modificare il database 'ale' tramite del codice PHP (si vedano pag.16-17).

```
1  <?php
2
3  $servername = "localhost";
4  $username = "Alessio";
5  $password = "Alessio123";
6  $dbname = "ale";
```

Figura 3.8, configurazione della connessione con localhost

In questo file è stato scritto il codice che riprende il nome del server locale, il nominativo dell'utente del server, la sua password ed il nome del database contenente le tabelle in questione.

Successivamente, richiamando questo file PHP negli altri facenti parte del progetto, sono state effettuate tutte le operazioni necessarie alla creazione delle tabelle ed al salvataggio dei dati all'interno di esse.

```
<?php
require "configu.php";
// Create connection
$conn = new mysqli(hostname: $servername, username: $username, password: $password, database: $dbname);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// sql to create table
$sql = "CREATE TABLE anagrafica (
id_anagrafica INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, id_utente INT NOT NULL, id_paziente INT NOT NULL,
mesi_ultimo_trattamento_tamoxifene SMALLINT(5), data_di_nascita DATE NOT NULL, anno_inizio_fumo SMALLINT(3), eta_menopausa TINYINT(3),
bmi DECIMAL (10,0), anni_fumato TINYINT(3),numero_parti TINYINT(2), eta_prima_mestruazione SMALLINT(3), terapia_ormonale SMALLINT(6),
anno_tamoxifene SMALLINT(10),etnia VARCHAR(64), sanguinamento_uterino_anormale TINYINT(1), diabete SMALLINT(4), Lynch VARCHAR(100),
tumore_seno SMALLINT(4), ipertensione SMALLINT(4), sindromi_tumorali_ereditarie VARCHAR(100) )";
if ($conn->query(query: $sql) === TRUE) {
    echo "Table anagrafica created successfully";
} else {
    echo "Error creating table: " . $conn->error;
}

$conn->close();
```

Figura 3.9, codice creazione tabella 'anagrafica'

Per le altre tabelle, il codice usato è stato strutturato nella stessa maniera, cambiando ovviamente i nomi dei campi ('*id\_anagrafica*, *numero\_parti*, *etnia*, *data\_di\_nascita*' ecc.) ed i tipi dei valori nella maniera più opportuna ('*INT*', '*DECIMAL*', '*VARCHAR*' ecc.).

Le altre tabelle sono state create allo stesso modo di quelle precedenti.

```

1  <?php
2
3  require "configu.php";
4  // Create connection
5  $conn = new mysqli(hostname: $servername, username: $username, password: $password, database: $dbname);
6  // Check connection
7  if ($conn->connect_error) {
8      die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
9  }
10
11  $sql = "SELECT *
12          FROM anagrafica
13          INNER JOIN utenti
14          ON anagrafica.id_utente = utenti.id_utente
15
16  ";
17  var_dump(value: $conn->query(query: $sql));
18  if ($conn->query(query: $sql) === TRUE) {
19      echo "Join successfully";
20  } else {
21      echo "Error Joining tables: " . $conn->error;
22  }
23
24  $conn->close();

```

Figura 3.10, JOIN tra *'anagrafica'* e *'utenti'*

Questa parte di codice ha collegato le due tabelle sopra citate in maniera che il numero dell'utente inseritore dei dati in *'anagrafica'*, corrisponda sempre alle informazioni contenute in *'utenti'*. Possiamo notare la scritta *'SELECT \*'* nella riga 11 del codice in figura 3.10. Questa istruzione serve a selezionare tutte le righe della tabella. I comandi presenti nelle righe 12 e 13, indicano che le righe da selezionare sono della tabella *'anagrafica'*, a cui vanno ad aggiungersi quelle della tabella *'utenti'*. In tal maniera avremo 29 righe selezionate tra le quali poi selezionare il campo che ci interessa, ossia *'id\_utente'*, presente in entrambe le tabelle.

```
int(29) ["lengths"]=> NULL ["num_rows"]=> int(2) ["type"]=> int(0) } Join successfully
```

Figura 3.11, risultato anticipato a pagina 27

L'immagine 3.11 mostra l'uscita della funzione `'var_dump'` nella riga 17 della figura 3.10. Essa restituisce il risultato dell'array preso in considerazione.

'NULL' e 'int (0)' sono presenti solamente perché non sono stati inseriti valori nelle tabelle. Mentre 'int (2)' si riferisce ad entrambi gli `'id_utente'` presenti nelle due tabelle considerate.

Per rendere il codice più efficiente abbiamo apportato la seguente modifica.

```
11 $sql = "SELECT anagrafica.id_anagrafica
```

Figura 3.12, miglioramento del codice

Così facendo si seleziona solo la chiave primaria `'id_anagrafica'` presente in `'anagrafica'` e si continua poi il codice come visto in precedenza. Questo modo di operare permette di accedere solo al campo `'id_utente'` e non a tutta la tabella come in figura 3.10, migliorando l'efficacia del codice.

```
int(1) ["lengths"]=> NULL ["num_rows"]=> int(2) ["type"]=> int(0) } Join successfully
```

Figura 3.13, solo *'id\_anagrafica'* considerata

Chiaramente ora vediamo *'int (1)'*, a dimostrazione del fatto che considerando solo la PRIMARY KEY (riferimento a pag. 22) non devo più analizzare tutte le righe della tabella, ma il risultato sarà lo stesso. Infatti, la figura 3.13 differisce dalla 3.12 solo per questo particolare.

```
1  <?php
2
3  require "configu.php";
4  // Create connection
5  $conn = new mysqli(hostname: $servername, username: $username, password: $password, database: $dbname);
6  // Check connection
7  if ($conn->connect_error) {
8      die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
9  }
10
11  $sql = "SELECT immagini_colposcopia.id_colposcopia
12         FROM immagini_colposcopia
13         INNER JOIN anagrafica
14         ON immagini_colposcopia.id_anagrafica = anagrafica.id_anagrafica
15
16  ";
17  var_dump(value: $conn->query(query: $sql));
18  if (!$conn->query(query: $sql) === TRUE) {
19      echo "Join successfully";
20  } else {
21      echo "Error Joining tables: " . $conn->error;
22  }
23
24  $conn->close();
```

Figura 3.14, JOIN tra *'immagini\_colposcopia'* e *'anagrafica'*

Quest'altro codice fornisce gli stessi risultati visti in precedenza, ma confronta le tabelle della descrizione della figura 3.14. In tal modo

sono stati eseguiti anche gli altri collegamenti fra le tabelle, solamente per gli *'id\_'*.

A questo punto è possibile inserire i dati e salvarli.

Creando un form di login, permettiamo all'utente autorizzato di accedere alla sezione di inserimento e modifica dei dati. Nelle pagine che seguono vedremo tutto ciò che riguarda la tabella *'utenti'*, tenendo presente che si tratta di un modello uguale a quello seguito per le altre tabelle già presentate, nelle quali sono stati cambiati i campi con i relativi tipi, considerando che anche i dati sono stati salvati indirizzandoli alle corrette tabelle in PhpMyAdmin.

### 3.3 Form e controlli



**LOGIN UTENTE**

Indirizzo email

Enter email

Non condivideremo mai la tua email

Compila questo campo.

Password

Password

Ricordami in seguito

LOGIN

Figura 3.15, controllo inserimento dati login

L'immagine 3.15 mostra come si presenta il modulo di inserimento di e-mail e password dell'utente che desidera accedere al sistema. In seguito, egli potrà inserire e modificare i dati che lo riguardano, oppure inserire informazioni circa le pazienti. Come vediamo, sono state rese obbligatorie l'immissione dell'e-mail e della password, tramite il codice sotto riportato.

```
28 <form action="verifica_login.php" method="post">
29   <input type="hidden" name="_csrf" value="<?=$tok?>">
30   <div class="form-group">
31     <label for="email">Indirizzo email</label>
32     <input required type="email" class="form-control" id="email"
33       name="email"
34       aria-describedby="emailHelp" placeholder="Enter email">
35   </div>
36   <div class="form-group">
37     <label for="password">Password</label>
38     <input type="password" required class="form-control"
39       name="password"
40       id="password" placeholder="Password">
41 </div>
```

Figura 3.16, codice per e-mail e password obbligatorie

Nella riga 28 notiamo la scritta ‘ method = “post” ’. Questo è un controllo utilizzato nella sicurezza dei siti web, in quanto rende impossibile modificare le informazioni contenute nella pagina web tramite URL, come invece sarebbe possibile se al posto di ‘post’ avessi inserito ‘get’.

La parola ‘requested’ che compare alle righe 32 e 38 indica che finché non avremo compilato il form con le informazioni richieste, non accederemo alla pagina successiva.

The image shows a login form with the following elements:

- Title:** LOGIN UTENTE
- Label:** Indirizzo email
- Input:** bycrur98@gmail.com
- Text:** Non condivideremo mai la tua email con nessuno
- Label:** Password
- Input:** Masked password (seven dots) with a visibility toggle icon (an eye with a slash).
- Checkbox:** Ricordami in seguito
- Button:** LOGIN

Figura 3.17, scelta password visibile o nascosta

Una scelta importante è ovviamente anche quella di imporre che la password appaia nascosta, e visualizzabile al bisogno. Ciò è realizzabile grazie al codice `type = "password"` a riga 38, in figura 3.16. Mentre per l'e-mail il codice `required type = "e-mail"` a riga 32, ha reso possibile la memorizzazione dei precedenti inserimenti di e-mail per rendere il processo più veloce nei successivi login, oltre che rendere la mail obbligatoria come già descritto in precedenza.

L'utente è ora pronto per entrare nel form di inserimento, nel quale incontrerà altri controlli di sicurezza per rendere il sito sì intuitivo, ma allo stesso tempo protetto da possibili infiltrazioni di codice maligno.

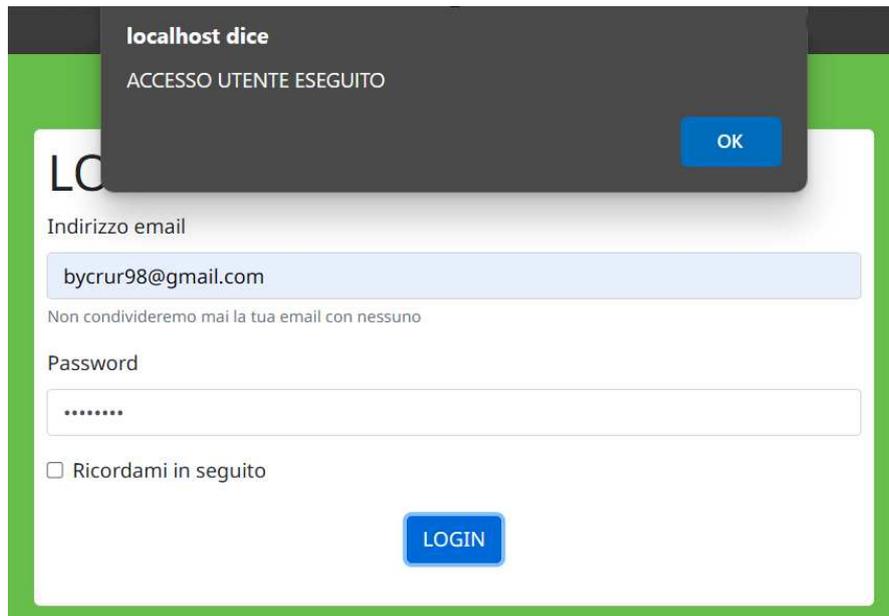


Figura 3.18, l'utente è entrato

Come possiamo però essere sicuri che la nostra password non venga in qualche maniera copiata ed usata in maniera illecita? Viene in nostro aiuto il seguente codice

```
$password = password_hash(password: $data['password'], algo: PASSWORD_DEFAULT);
```

Figura 3.19, crittografia della password

In questa riga stiamo specificando che la password inserita, la quale si trova nell'array '*\$data*', verrà crittografata dalla funzione '*password\_hash*', per poi venire decodificata. Se essa corrisponde a quella che l'utente ha inserito, egli può accedere.

La medesima misura precauzionale è stata adottata nell'inserimento dei dati dell'utente, come vedremo in seguito.

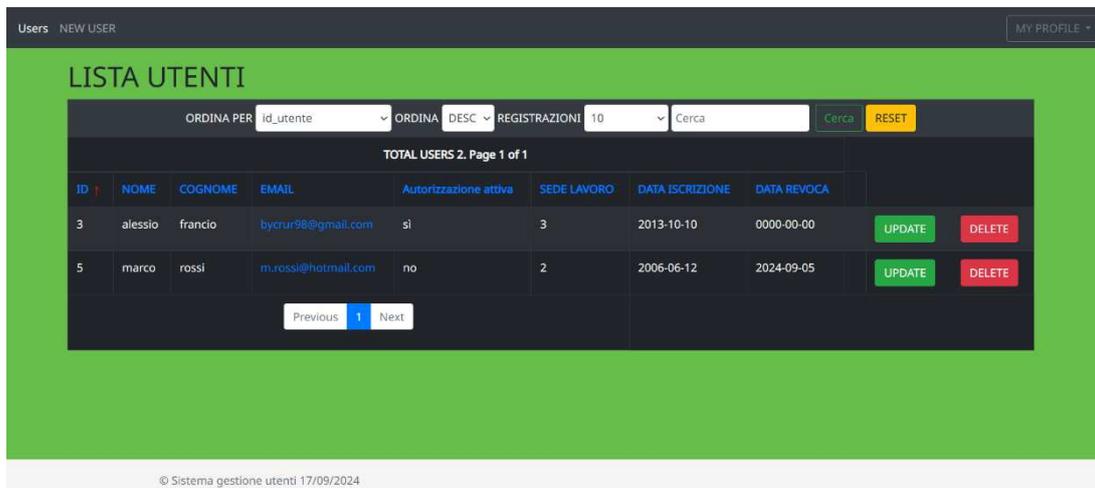


Figura 3.20, vista Lista Utenti

La figura 3.20 mostra il form attraverso il quale potremo modificare le tabelle nel database relazionale 'ale' presente in PhpMyAdmin. Accedendo alla parte di aggiornamento utente e cliccando sul bottone 'UPDATE', si entrerà in un'altra pagina all'interno del sito, nella quale potremo aggiungere immagini di colposcopia ed aggiornare i dati. Cliccando invece in alto a sinistra su 'NEW USER', avremo accesso ad un'altra pagina che ci permette di inserire un nuovo utente (questo negli esempi seguenti, in realtà servirà anche e soprattutto per inserire i pazienti con i loro dati). Vediamo come si presenta la pagina formattata, la quale permetterà agli utenti di inserire le immagini che verranno salvate nel database.

### SISTEMA DI GESTIONE UTENTI

Nome:

Cognome:

Email:

PASSWORD:

SEDE LAVORO:

AUTORIZZAZIONE ATTIVA:

Data di Iscrizione:

Data revoca autorizzazione:

IMMAGINE: 

IMMAGINE:

Figura 3.21, sistema di aggiornamento utenti

La formattazione sarà la stessa anche per quanto riguarda le pagine attraverso cui gli utenti inseriranno le informazioni dei pazienti riguardanti la loro storia clinica, le immagini di colposcopia catturate e le eventuali biopsie, ma ovviamente riadattate ai campi nelle tabelle nel database relazionale.

nome	cognome	sede_lavoro	password	email	id_utente	autorizzazione_attiva	data_iscrizione	data_revoca	immagini
alessio	francio	3	\$2y\$10\$P1mbhpdU8RtJbCyu21	bycrur98@gmail.com	3	si	2016-02-11	2022-02-23	3_1726662343531.jpg
marco	rossi	2	\$2y\$10\$I\$XWfokQyPyJtomzFC	m.rossi@hotmail.com	5	no	2019-11-02	2024-09-06	5_17266567200998.jpg

Figura 3.22, dati nella tabella 'utenti'

Da questa figura si evince che il programma sta funzionando, aggiornando le tabelle con le immagini inserite e tutti i dati di volta

in volta. Inoltre, vediamo una piccola porzione della crittografia che la funzione *'password\_hash'* svolge, come è stato già esposto a pagina 33.



Figura 3.23, controllo inserimento dati

Un controllo di sicurezza come già spiegato a pagina 31 per far sì che tutti i dati siano inseriti.



Figura 3.24, cancellamento utente

Tramite questo messaggio ci accertiamo che l'utente sia veramente sicuro di voler eliminare i dati, in quanto poi sarebbero irrecuperabili.

In questo capitolo abbiamo visto il tema centrale della tesi, spiegato i vari passi che sono stati compiuti e fornito una panoramica generale del funzionamento del codice, che ha permesso di creare ciò che abbiamo visto.

## 4 Discussione

Questo lavoro è finalizzato a fornire ai medici un valido aiuto nella velocizzazione della diagnosi, riguardante patologie al collo dell'utero rilevabili con la colposcopia, tramite immagini che poi dovranno essere utilizzate da sistemi esperti. Si è voluta fornire una spiegazione della realizzazione delle varie parti necessarie a far sì che, l'inserimento di fotografie e dati nel database, sia semplice, sicuro e completo. Si specifica che nel capitolo 3 è stato mostrato il processo realizzativo della tabella '*utenti*' e di tutto ciò che concerne il suo utilizzo. Essa è stata utilizzata come modello per eseguire anche le altre tabelle presenti nel database. Inoltre, così facendo, si è mostrato l'utilizzo del form di login e di come gli utenti, in possesso delle giuste credenziali, possano accedere al sistema.

Il lavoro ha presentato certamente delle difficoltà in quanto ho dovuto prima di tutto imparare dei linguaggi di programmazione da zero, e in questo è stato per me di grande aiuto il corso tenuto dal professor Hidran Arias, del quale ho usufruito sulla piattaforma 'Udemy'. Durante lo svolgimento della tesi ed in generale di questo sistema di supporto alla diagnosi, conseguente ad immagini di colposcopia, ho appreso alcune conoscenze in ambito medico, seppur molto ridotte e concentrate in un solo campo. Pertanto, mi sono trovato a lavorare per progettare un database che potesse

accogliere i dati necessari ad addestrare l'intelligenza artificiale, finalizzata alla migliore e tempestiva diagnosi di problematiche di rilievo.

La complessità del lavoro è stata far sì che l'utilizzatore finale riuscisse attraverso le varie pagine, le tabelle e la banca dati, a capire come gestire autonomamente una grande mole di informazioni. Perciò la difficoltà nell'apprendere un codice e metterlo a disposizione di una causa più grande, è stata per me motivo di grande fatica, coronata però dalla speranza che tutto ciò che ho esposto in questa tesi possa essere utilizzato per il bene di tante pazienti alle prese con situazioni patologiche complesse.

Voglio chiarire che di certo questo lavoro può essere continuato e migliorato. La prossima sfida è renderlo fruibile ed utilizzabile nella rete globale, in un sito dove chi è autorizzato possa svolgere ciò che ho provato ad esporre in queste pagine, con le modalità di utilizzo sopra spiegate. C'è bisogno del supporto di una comunità più grande e la voglia di investire in novità e ricerca, e spero di poter dare il mio contributo, già partendo da qui. Questo lavoro può essere preso come base per un progetto nazionale attuabile il prima possibile, ed in futuro chissà magari anche internazionale. Sognare impegnandosi per realizzare obiettivi non costa nulla, se non fatica poi ben ripagata dai risultati ottenuti. Sarebbe bello che le conoscenze e le varie esperienze che si acquisiscono durante gli studi possano diventare

competenze che salvano vite. Dunque, sono contento di questo progetto, per la cui proposta ringrazio il professor Piva Francesco, senza il quale non avrei scoperto la passione di un impegno finalizzato all'aiuto del prossimo, realizzato in maniera scientifica e precisa, ma sempre molto umana.

## **5 Conclusione**

Giunti al termine di questo progetto, rimane la speranza che, grazie all'esperienza del professore ed alla volontà di professionisti del settore come lui, la diagnosi al tumore del collo dell'utero possa trovare un valido alleato nel lavoro da me svolto. Certamente rimane da rendere il lavoro utilizzabile ed accessibile a livello pratico. Questa tesi vuole essere almeno un piccolo spunto, un'idea da cui partire per aiutare i medici a guadagnare tempo prezioso nel processo di diagnosi, oltre a supportarli nello svolgerle con esito corretto.

## 6 Sitografia

1. La Colposcopia, descrizione e metodi, A.2024, La Salute Prima.
2. Dott. Antonio Griguolo, A.2020, Risultati Colposcopia: Leggerli e Interpretarli (my-personaltrainer.it).
3. Diagnosi - Cardiologia D'Ascia (cardiologiadascia.it), A.2017, Centro. polispecialistico D'ascia presso centro San Pio X.
4. COLPOSCOPIA che cosa è, quando si fa e perchè (centromedicobuonarroti.it).
5. Colposcopia: che cos'è e a cosa serve, A.2023, Humanitas.
6. Colposcopia (airc.it), A.2022.
7. R. Volante, A.2006, Presentazione di PowerPoint (gisci.it). Roma: Gisci.
8. PHP: Hypertext Preprocessor.
9. Catia Dos Santos, Linguaggio PHP: Storia e Definizione, A.2021, Superprof.
10. Giulio, Cos'è il linguaggio CSS: scopriamolo insieme (infobasic.it), A.2021.
11. Andrea Marzilli, Wolfgang Cecchin, Vito Gentile, Guida HTML: completa e dettagliata, i comandi | HTML.it.
12. Autore: Kolade Chris (inglese), traduttrice: Silvia Carrozza, Che Cos'è l'HTML: Definizione e Significato di Hypertext Markup Language (freecodecamp.org), A.2023.
13. Andrea Marzili, Introduzione al linguaggio HTML | Guida HTML | HTML.it, A.2016.
14. Vito Gentile, Introduzione | Guida SQL | Database HTML.it, A.2015.
15. Apache Friends, XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends, A.2024.

16. Leo Khoa, Laragon - portable, isolated, fast & powerful universal, development environment for PHP, Node.js, Python. A.2024.
17. caso-clinico-cancer-de-cervix-51-638.jpg (638×479) (slidesharecdn.com)