

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO

**Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali
Corso di laurea in Comunicazione Digitale**

**INTERFACCE WEB PER LA CONSULTAZIONE DI
DATABASE MULTIMEDIALI CON CONTENUTI
AUDIO E VIDEO**



Tesi di Laurea di:

Davide Pontiggia

Matricola 671312

Relatore: Prof. Goffredo Haus

Correlatore: Ing. Luca Andrea Ludovico

Secondo Correlatore: Dott. Adriano Baratè

Anno Accademico 2006-2007

Indice

1	Introduzione	4
2	La Discoteca di Stato	6
	2.1	Gli inizi
	2.2	Il patrimonio
	2.3	Produzioni
	2.4	Archivi
	2.5	Digitalizzazione del patrimonio
3	Tecnologie utilizzate	9
	3.1	CSS
	3.2	PHP
	3.3	PostgreSQL
	3.4	SQL
	3.5	Apache
4	Creazione del nuovo database della Discoteca di Stato	14
	4.1	Obbiettivo
	4.2	Prima fase: progettazione
	4.3	Seconda fase: implementazione nuovo database
	4.3.1	Elenco e descrizione delle tabelle principali
	4.3.2	Codice SQL per la creazione di una tabella
	4.3.3	Migrazione dei Dati
	4.4	Terza fase: creazione sito Web e query di ricerca
	4.4.1	Elenco delle ricerche

	4.4.2	Il vecchio portale	
	4.4.3	Il nuovo portale	
5		Sistemi di interrogazione alternativi _____	32
	5.1	Introduzione ai sistemi di interrogazione alternativi	
	5.2	Caratteristiche e funzionalità dei Music Information Retrieval Systems	
	5.3	Query by Humming	
	5.4	Il fingerprinting	
	5.5	Open Fingerprint Architecture	
	5.6	Integrazione di un sistema di fingerprinting all'interno del DBMS della Discoteca di Stato.	
6		Conclusioni _____	43
7		Bibliografia _____	44
8		Siti Web consultati _____	45
9		Ringraziamenti _____	46

1. Introduzione

L'evoluzione della tecnologia nel tempo ha portato dapprima a cercare soluzioni per memorizzare ed archiviare in modo organizzato grosse quantità di informazioni; raggiunto questo traguardo, si sono sviluppate le tecniche per trasferire prima informazioni testuali e in seguito anche immagini e video ecc. Avendo a disposizione questi elementi è necessario cercare il modo di reperire informazioni contenute nei DBMS (Data Base Management System) in modo semplice ed efficace.

Realizzare interfacce di interrogazione che permettano di consultare i contenuti di un sito con nuovi tipi di interazione, creerebbe l'opportunità di diffondere cultura.

Attualmente il sito Web della Discoteca di Stato non permette una fruizione corretta delle informazioni contenute nel database. La causa è un'errata logica di archiviazione dei dati ed un sistema di interrogazione che contiene errori sia di recupero dei dati e sia di visualizzazione grafica.

L'obiettivo di questa tesi è migliorare la consultazione via Web di materiale audio e video della Discoteca Di Stato, in modo da rendere il sistema più semplice ed intuitivo per tutti i tipi di utenti, dal meno esperto al più esperto.

La tesi è divisa in due parti :

La prima si occuperà di mostrare come è stata effettuata la ristrutturazione del database.

In particolare:

- Verrà illustrata qual era la situazione iniziale del database e come si è proceduto nella riorganizzazione delle informazioni contenute nel vecchio DB.
- Successivamente verranno illustrati i passi per l'implementazione del nuovo DBMS.
- In seguito verrà analizzato il vecchio sistema di interrogazione Web evidenziandone i malfunzionamenti e gli errori di progettazione. Infine si mostrerà il risultato ottenuto con il nuovo sito Web.

Particolare attenzione verrà riservata alla facilità di interazione con il sistema, sia da parte di un utente comune, sia da parte di chi dovrà effettuare manutenzione sul sistema e aggiornarne nel tempo le informazioni in esso contenute.

La seconda parte suggerirà i passi per integrare un sistema di interrogazione alternativo a quello attuale, ovvero un MIR system, all'interno di un sito Web come quello della Discoteca di Stato, tenendo conto sia dell'utilità per un utente, sia delle tecniche necessarie per l'integrazione nel DBMS, senza stravolgere la sua struttura.

Verranno analizzati due tipi di MIR System:

- Il primo sistema permette ad un utente di ricercare brani musicali all'interno del database, canticchiando il ritornello di un brano in un microfono.
- Il secondo sarà un sistema che sfrutta un algoritmo di estrazione di *fingerprint* da file audio, per confrontare un brano sottoposto da un utente con quelli presenti nel DBMS.

Attraverso la riprogettazione del nuovo DBMS della Discoteca di Stato e successiva implementazione dell'interfaccia di interrogazione. Verrà data la possibilità a chiunque, di poter consultare un archivio musicale contenente una tipologia di informazioni difficilmente reperibili altrove. Il nuovo sito permetterà la consultazione di opere contemporanee e passate, in particolare registrazioni rare o a carattere storico dimenticate nel tempo e difficili da reperire altrove.

La quantità e la qualità delle informazioni presenti nel nuovo DBMS consentirà un approfondimento, sia per un utente comune che cerca informazioni per curiosità o per cultura personale, sia per un utente competente, ad esempio un musicologo, che cerca informazioni particolari e dettagliate.

2. La Discoteca di Stato

2.1 Gli inizi

La Discoteca di Stato nasce per volontà di Vittorio Emanuele III con un decreto legge il 10 agosto 1928 con la finalità di raccogliere e diffondere dischi fonografici che riproducevano la voce di cittadini italiani benemeriti della patria.

Nel biennio 1924 - 1925 Rodolfo De Angelis, un personaggio dell'ambiente culturale futurista, autore ed interprete di famose canzonette, iniziò ad incidere e a raccogliere su 78 giri le voci di militari protagonisti della grande guerra, di uomini di governo, di scrittori e poeti. I generali leggevano i bollettini e i proclami della fine della guerra, i poeti leggevano le loro poesie.

Queste voci avrebbero costituito la discografia "La parola dei grandi".

Negli anni trenta Gavino Gabriel, etnomusicologo impegnato nella valorizzazione e la diffusione del folklore musicale, insieme al compositore Umberto Giordano ritennero necessario allargare gli scopi della Discoteca di Stato. Una legge del 18 gennaio 1934, estese l'attività di raccolta a tutto quanto nel campo dei suoni interessi la cultura scientifica, artistica e letteraria, con particolare riferimento ai canti e dialetti di tutte le regioni e le colonie d'Italia e agli studi di glottologia e di storia

Questa legge, cercava di sfruttare al meglio le potenzialità della riproduzione sonora, discostandosi dall'utilizzazione prettamente commerciale e celebrativa prevista dalla prima legge del 1928.

Nel corso degli anni trenta la Discoteca di Stato iniziò a creare una collezione di strumenti musicali per la riproduzione del suono.

Con il Regio Decreto Legge del 1 aprile 1935 la Discoteca di Stato passò alle dipendenze del Sottosegretariato di Stato per la stampa e la propaganda. Successivamente divenne parte del Ministero per la cultura popolare, con la legge n. 467 del 2 febbraio 1939.

Questa legge, nella quale vengono ribaditi gli scopi previsti dalla legge istitutiva e da quella del 1934, rappresentò un approccio più meditato alla gestione di un materiale, quale quello sonoro, in continua crescita di importanza e diffusione. La possibilità di acquisire la produzione discografica permise l'arricchimento della collezione dell'istituto che, da quel momento, assunse una caratterizzazione prevalentemente musicale, tuttora preminente, nei vari generi.

Il secondo conflitto mondiale provocò un'interruzione nelle attività dell'istituto e una parziale perdita dei materiali e dei documenti durante il trasferimento al nord d'Italia.

Con il decreto legge n. 274 dell'8 aprile 1948, la Discoteca fu riorganizzata alle dipendenze della Presidenza del Consiglio dei Ministri, dove erano confluite le competenze del Ministero della Cultura soppresso e la divisione dei Servizi informazioni e proprietà letteraria.

Sempre dopo la seconda guerra mondiale, l'archivio si trasferì in modo permanente a Roma presso Palazzo Antici Mattei dove tuttora risiede.

Nel 1975 venne a far parte del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, alle dipendenze dell'Ufficio Centrale per i Beni Librari.

Nel 1999 con la legge n. 237 del 12 luglio presso la Discoteca di Stato è stato istituito il Museo dell'Audiovisivo con lo scopo di raccogliere e conservare, materiali audiovisivi, sonori e multimediali realizzati sia con metodi tradizionali che con tecniche avanzate, e allo stesso tempo garantirne una fruizione al pubblico.

2.2 Il patrimonio

Le collezioni della Discoteca di Stato sono formate da documenti registrati su oltre 300.000 supporti tra cilindri di cera, fili metallici, dischi, nastri, Compact Disc, videocassette, DVD, pervenuti tramite deposito legale, acquisto, registrazione di manifestazioni culturali promosse dalla Discoteca o da altri istituti, donazioni e convenzioni.

Le leggi del 1934 e del 1939 obbligarono tutte le case editrici fonografiche italiane o estere, rappresentate sul mercato italiano, a presentare due copie delle loro pubblicazioni discografiche, su richiesta della Discoteca di Stato. Grazie a ciò l'archivio contiene tuttora una parte consistente del patrimonio culturale musicale italiano ed internazionale.

2.3 Produzioni

L'attività editoriale è stata fin dall'inizio un'attività importante dell'istituto, prevedendo la legge la possibilità di produrre dischi da diffondere mediante vendita, soprattutto tra gli anni trenta e cinquanta fu cospicua la pubblicazione di dischi a carattere propagandistico, musicale, didattico.

All'inizio degli anni cinquanta fino alla fine dei sessanta, con la collaborazione del Ministero della pubblica istruzione, la Discoteca di Stato ha pubblicato i seguenti dischi :

- la Antologia sonora della letteratura italiana
- la Antologia sonora della letteratura latina
- la Collana storica dell'Unità d'Italia
- il Corso di lingua italiana
- il Corso di ortoepia
- il Corso di educazione musicale
- ed altri ancora.

Tutt'oggi vengono prodotte fuori commercio raccolte di opere presenti nell'archivio, per scambi culturali a istituzioni, università e singoli ricercatori.

2.4 Archivi

Gli archivi si trovano nei piani seminterrati di Palazzo Antici Mattei su una superficie di circa 600 mq. I magazzini ricavati all'interno sono climatizzati e dotati di sistemi di sicurezza contro i furti e incendi. Tutti gli ambienti sono dotati di un sistema computerizzato di

monitoraggio dei dati ambientali per garantire le condizioni ottimali per la conservazione e il mantenimento delle opere archiviate. La temperatura interna è mantenuta tra i 18 e i 20 ° C con un umidità del 40% circa.

Ogni tipo di supporto è collocato in appositi contenitori e scaffalature ,a seconda delle caratteristiche del materiale di costruzione. In particolare:

Dischi a 78 giri

Sono conservati in buste di carta a PH neutro con riserva alcalina ed antimuffa. A causa della fragilità del supporto, sono collocati in posizione orizzontale dentro scatole di cartone all'interno di scaffalature mobili.

Lacche

Sono conservate in buste di carta a PH neutro con riserva alcalina ed antimuffa, all'interno di scatole di cartone sistemate in posizione orizzontale all'interno di scaffalature metalliche. Di questo materiale facilmente deteriorabile sono state realizzate copie su supporto digitale.

Nastri

Sono stati riversati su nuovi supporti. Tutti i nastri sono collocati in posizione verticale, all'interno del loro contenitore di cartone, sui ripiani delle scaffalature mobili.

Dischi in vinile 45 e 33 giri

Sono collocati in posizione verticale su ripiani dotati di rastrelliere all'interno di scaffalature mobili.

Compact Disc, audiocassette, videocassette e DVD

Sono collocati in cassette di metallo verniciate con polveri epossidiche, appositamente progettate per la conservazione all'interno di scaffalature mobili.

2.5 Digitalizzazione del patrimonio

E' in via di realizzazione la digitalizzazione dell'intero patrimonio audiovisivo della Discoteca di Stato, utilizzando un processo di acquisizione digitale ottimizzato per il trattamento di grandi quantità di documenti, in grado di gestire processi automatizzati di verifica e ripristino delle informazioni e l'accesso attraverso reti telematiche alle collezioni.

Il progetto prevede la produzione di file formato BWF (Broadcast Wave File) che vanno ad alimentare l'archivio digitale della Discoteca di Stato.

Si stanno digitalizzando dischi a 78 giri ,a 33 giri, nastri a bobina, cilindri di cera e CD audio.

Il sistema di conservazione dei dati digitali è affidato ad un armadio robotizzato (Teca Digitale) in grado di gestire in modo completamente automatico la salvaguardia dei file.

Attualmente sono conservati in Teca Digitale circa 300 TB (terabytes) di dati multimediali.

3. Tecnologie utilizzate

3.1 CSS

I fogli di stile a cascata (dall'inglese CSS Cascading Style Sheets) sono usati per rappresentare documenti HTML e XHTML. Caratteristica principale è la separazione dei contenuti dalla formattazione, che permetta una programmazione più chiara e semplice da utilizzare per i programmatori.

I CSS non definiscono direttamente l'aspetto di un documento, ma stabiliscono il modo in cui il browser rappresenta i vari oggetti definiti dal linguaggio di marcatura utilizzato

Vantaggi:

- I contenuti di una pagina Html che integra un foglio di stile, sono fruibili dall'utente con numerosi dispositivi e programmi. Quindi non solo con il browser "normale" da PC per cui le pagine sono state progettate, ma anche cellulari, palmari, browser per non vedenti che sono in grado di leggere ed interpretare l'html, quindi i contenuti della pagina, anche quando i programmi degli utenti non sono in grado di interpretare le informazioni contenute nel foglio di stile.
- Separando le istruzioni di formattazione dal contenuto è possibile ottenere un'elevata coerenza grafica tra più pagine.
- Il codice semplificato delle pagine risulta più facile ed economico da mantenere e modificare.
- Semplificando il codice le pagine risultano più leggere e quindi più veloci da scaricare per l'utente e più veloci da interpretare per il browser.
- I CSS permettono di attuare in modo più semplice i vincoli richiesti dalla 04/2004 sull'accessibilità dei siti web.

Svantaggi:

- I browser più vecchi non sono in grado di interpretare in maniera corretta la formattazione delle pagine.

Le regole per implementare i fogli di stile sono contenute in un insieme di direttive (*Recommendations*) emanate a partire dal 1996 dal W3C.

3.2 PHP

Il suo nome è un acronimo ricorsivo che sta per *PHP: Hypertext Preprocessor* (PHP: preprocessore di ipertesti).

PHP è un linguaggio di scripting interpretato, con una licenza open source, originariamente concepito per la realizzazione di pagine web dinamiche. Attualmente è utilizzato principalmente per sviluppare applicazioni Web lato server. Può essere usato anche per scrivere script a linea di comando o applicazioni stand alone con interfaccia grafica.

Il motore di esecuzione di PHP si presenta solitamente come modulo da affiancare ad un web server. Per questo progetto il web server utilizzato è Apache.

La potenzialità di generare codice di markup lato server, permette di scrivere applicazioni multicanale che generino il linguaggio di markup in funzione del dispositivo client che ha effettuato la chiamata HTTP. Ad esempio un classico browser web l'applicazione genererà codice HTML, nel caso sia un dispositivo Wap l'applicazione potrà generare codice WML.

Caratteristiche di PHP 5

- È un linguaggio embedded, ovvero consente di arricchire le pagine HTML con tag proprietari che permettono di inserire, all'interno del codice HTML gli script PHP che sono eseguiti dal server.
- Ha una sintassi semplice che assomiglia a quelli di altri linguaggi come C e Java.
- È utilizzabile su sia piattaforme Unix-like sia Windows.
- Supporta la connettività a database attraverso componenti standard
- Può essere installato come modulo aggiuntivo del web server, ma può essere anche utilizzato come modulo CGI separato.

3.3 PostgreSql

PostgreSQL è un database relazionale ad oggetti con licenza stile BSD (Berkeley Software Distribution license). Un software che viene rilasciato sotto licenza BSD permette l'utilizzo commerciale, e permette che il software venga incorporato in prodotti commerciali.

E' totalmente compatibile con lo standard ANSI-SQL-92, ed implementa la maggior parte dei costrutti SQL. Alcune tra le caratteristiche che supporta sono: transazioni, sub-query, trigger, viste, foreign-key (integrità referenziale), locking, tipi di dati definiti dall'utente, ereditarietà, valori non atomici (array), LOB (Large Objects), ottimizzatore dell'esecuzione delle query, e molte altre.

Offre una valida alternativa sia rispetto ad altri prodotti liberi come MySQL che a quelli a codice chiuso come Oracle o DB2.

PostgreSQL usa il linguaggio SQL per eseguire delle query sui dati. Questi sono conservati come una serie di tabelle con foreign keys (chiavi esterne) che servono a collegare le tabelle tra loro. PostgreSQL può lavorare in due modalità: fsync e no-fsync. Nel primo caso ogni transazione viene salvata su disco, garantendo ogni dato da eventuali crash di sistema, rinunciando però a qualcosa in termini di performance in fase di accesso ai dati. Nel secondo caso invece le performance sono più elevate, ma le transazioni vengono salvate solo periodicamente, non garantendo la salvaguardia degli ultimi dati immessi.

Linguaggi di programmazione supportati:

- PL/pgSQL è un linguaggio integrato in PostgreSQL ed è simile al linguaggio procedurale di Oracle PL/SQL, che offre particolari vantaggi nelle procedure che fanno un intensivo uso di query.
- Linguaggi di scripting come Perl, Python, Tcl, e Ruby .
- Le procedure che richiedono prestazioni maggiori e logiche di programmazione complesse possono utilizzare il C ed il C++.
- E' disponibile anche un interfacciamento al linguaggio R, particolarmente indicato per le statistiche e per il calcolo matriciale

Punti di forza di PostgreSQL:

- Incremento delle prestazioni, dato che la logica viene applicata direttamente dal server in una volta, riducendo il passaggio di informazioni tra il client ed il server.

- Affidabilità elevata grazie alla centralizzazione del codice di controllo sul server. Non essendo necessario gestire la sincronizzazione della logica tra più client e i dati memorizzati sul server.
- Il codice del client può essere semplice, inserendo livelli di astrazione dei dati direttamente sul server.

Ulteriore punto di forza di PostgreSQL è la presenza di pgAdmin, un software grafico di gestione del DBMS, che permette la creazione, l'interrogazione e l'inserimento di record attraverso una rappresentazione grafica e simbolica di tabelle, attributi e vincoli. Questo aspetto ha notevolmente semplificato la parte di costruzione e messa a punto del database.

3.4 SQL

Sql (Structured Query Language), è diventata sinonimo di linguaggio standard per la gestione dei database relazionali.

SQL è dunque un linguaggio per la gestione di database relazionali, quindi assolve alle funzioni di Data Description Language (linguaggio di descrizione dei dati e delle strutture che li conterranno), di Data Manager Language (linguaggio per la manipolazione dei dati) e di linguaggio di interrogazione.

I due enti che si occupano del processo di standardizzazione ANSI (*American National Standards Organization*) e ISO (*International Standards Organization*), stanno svolgendo, ormai da anni, azioni di promozione dello standard SQL.

3.5 Apache

Apache è il nome dato alla piattaforma Web server open source più diffusa, in grado di operare da sistemi operativi UNIX - Linux e Microsoft.

E' un software che realizza le funzioni di trasporto delle informazioni, di internet work e di collegamento, ha il vantaggio di offrire anche funzioni di controllo per la sicurezza come quelli che compie il proxy.

In ambiente UNIX, è composto da un demone, mentre in ambiente Microsoft da un servizio, che sulla base delle impostazioni contenute nel file di configurazione *httpd.conf* permette l'accesso a un o più siti, gestendo varie caratteristiche di sicurezza .

Può ospitare diverse estensioni per pagine attive (o dinamiche), come PHP o Jakarta/Tomcat.

4. Creazione del nuovo database della Discoteca di Stato

Lo stage si è svolto nel laboratorio di informatica musicale L.I.M, presso il dipartimento di Informatica e Comunicazione dell'Università degli Studi di Milano.

Coordinato dall'Ing. Luca Andrea Lodovico ho partecipato insieme allo staff del L.I.M. alla creazione e all'implementazione della struttura del nuovo database per il sito della la Discoteca di Stato.

Mi sono occupato in particolare del sistema di interrogazione e dell'interfaccia del nuovo database.

4.1 Obiettivo

Il fine di questo lavoro è stato quello creare un sistema unico con un'unica tecnologia, che mantenesse le informazioni di supporti sonori o video, attualmente divisi su diversi sistemi con tecnologie diverse. Ora tutti i dati risiedono in un unico database.

La facilità di consultazione e la rapidità nel reperire le informazioni desiderate, è stato l'obiettivo principale di questo progetto.

Inoltre ho cercato un modo per adattare il portale della Discoteca di Stato con un sistema di ricerca Content-based cioè basato sul contenuto del file audio, quindi senza l'introduzione di parole chiave all'interno del sistema di ricerca

Attualmente il portale www.dds.it contiene circa 50.000 titoli sonori e video, e per molti di questi, è possibile consultare un'anteprima di 30 secondi dell'opera selezionata.

Le tecnologie utilizzate per sviluppare questo progetto sono il frutto di una scelta dallo staff tecnico della Discoteca di Stato.

4.2 Prima fase: progettazione

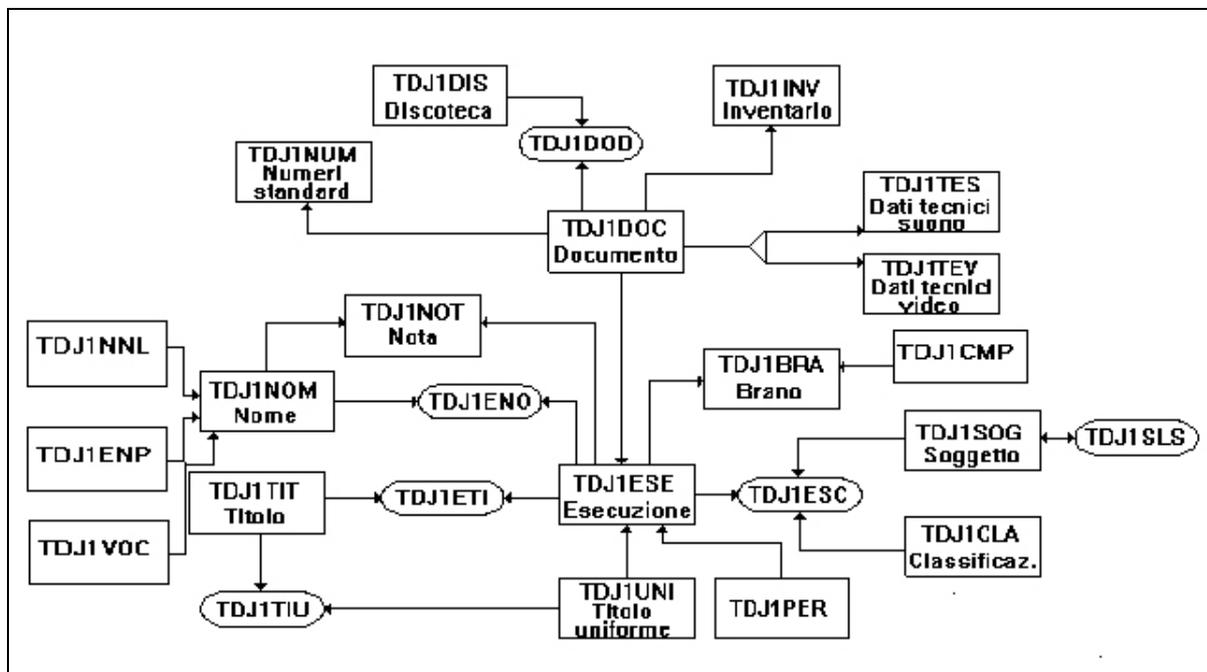
La prima fase è stata quella di analizzare la complessa struttura del vecchio database, cercando di capirne appieno il funzionamento, poiché non disponevamo di una documentazione attendibile.

Questo aspetto ha comportato un notevole allungamento dei tempi previsti inizialmente. Al momento di inizio lavori, la ricerca di un qualunque file audio era difficoltosa e spesso non dava alcun risultato. Guardando lo schema in figura 1 è comprensibile come, basarsi solo sui nomi delle tabelle ed attributi, generava confusione e non permetteva di ottenere una schema di partenza attendibile.

Mediante un copia del database su un file Access, è stato possibile effettuare continue query di prova, per comprendere appieno il ruolo di alcuni attributi, non documentati o divergenti rispetto alla documentazione in nostro possesso. La presenza di dati errati all'interno dei campi del vecchio database, non facilitava il lavoro di ricostruzione della logica di archiviazione.

Inizialmente L' E-R del vecchio sistema DDS si presentava come in Figura 1:

Figura 1



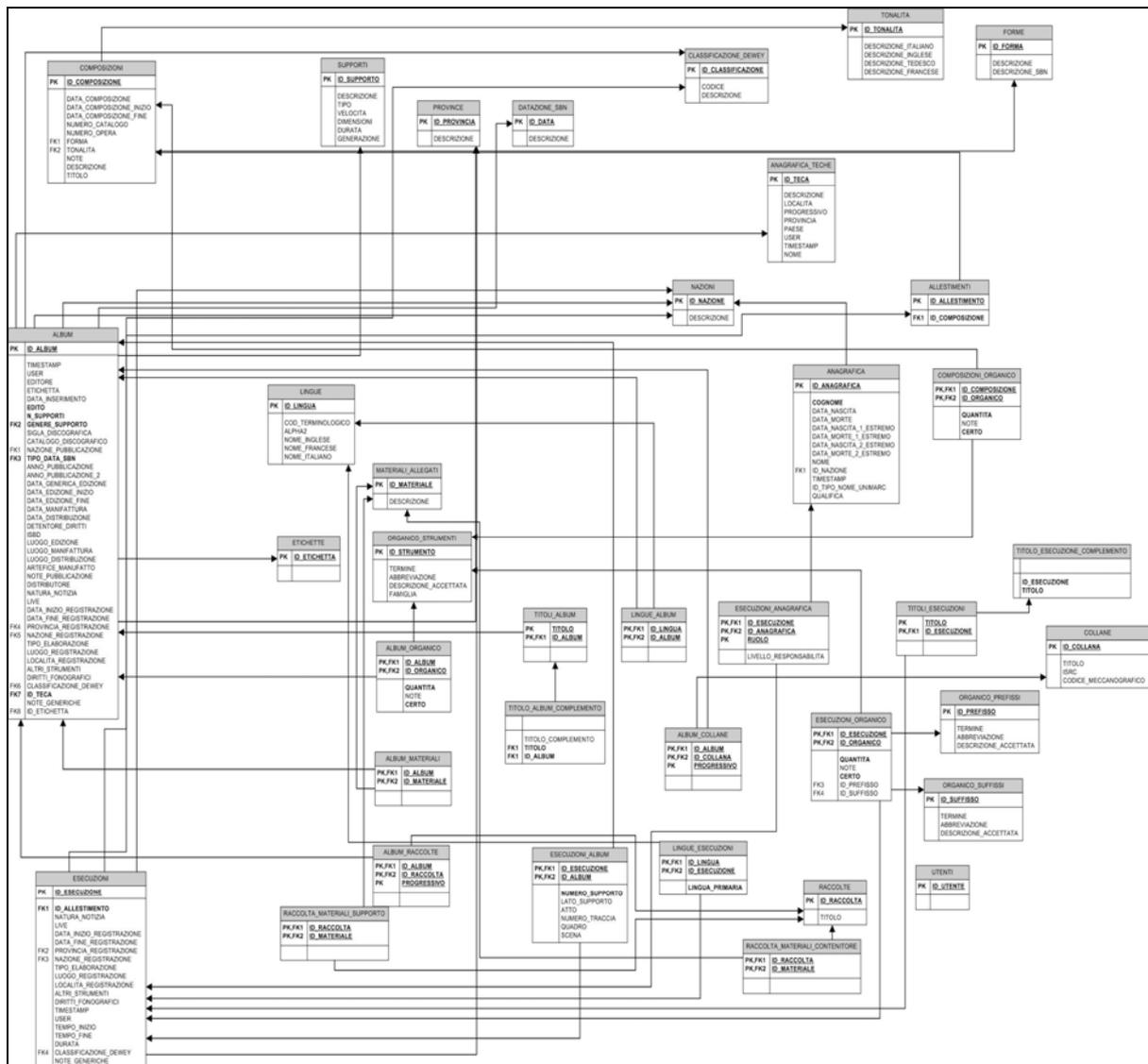
4.3 Seconda fase: implementazione nuovo database

In questa fase si è deciso come impostare il nuovo E-R e quali caratteristiche andavano rispettate durante tutto lo sviluppo.

Il nuovo DBMS doveva prevedere una aggiornamento continuo nel tempo, per questo motivo è stato scelto di non razionalizzare eccessivamente il database, al contrario prevedendo come si sarebbe potuto evolvere, si è cercato di lasciare sempre la possibilità di ampliare o modificare alcune parti.

Un altro aspetto è stato quello di valutare sempre ogni scelta, in funzione di una facilità di implementazione della query di ricerca, sia dal punto di vista dei contenuti sia dal punto di vista del tempo necessario per ottenerli.

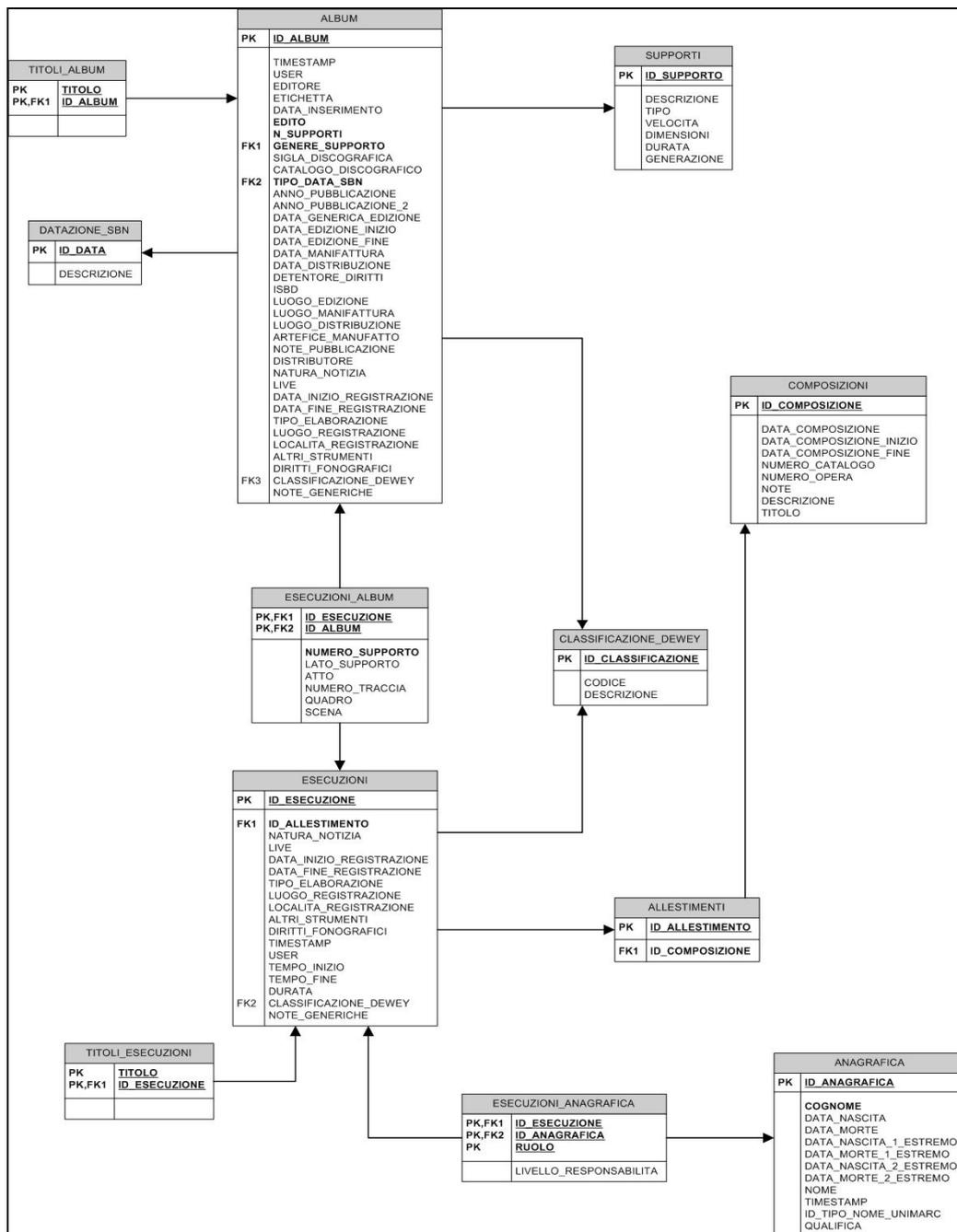
Figura 2: lo Scherma E-R completo composto da 38 tabelle



Questo E-R è stato il frutto di una mediazione tra le nuove esigenze del DBMS e i vincoli di quello vecchio.

In particolar modo si è dovuto tenere conto della successiva fase di importazione dei dati sul nuovo database. Per questo motivo in alcune parti, dove sarebbe stato opportuno adottare soluzioni più semplici di quelle passate, si è dovuti arrivare ad un compromesso, privilegiando la scelta di non discostarsi troppo dal modello originale, per scongiurare la possibilità di perdita di dati oppure il verificarsi di situazioni che avrebbero ulteriormente allungato i tempi del progetto.

Figura 3: Qui di seguito l'E-R semplificato con le tabelle principali.



4.3.1 Elenco e descrizione delle tabelle principali :

- Album
- Allestimenti
- Anagrafica
- Classificazione_Dewey
- Composizioni

- Datazione_SBN
- Esecuzioni
- Supporti
- Titoli_Album
- Titoli_Esecuzioni

Album: contiene le informazioni principali riguardanti un supporto fisico o un insieme di questi che contengono una collezione di esecuzioni. Ad esempio un CD, DVD, o un cofanetto che contiene più supporti.

Allestimenti: gli allestimenti indicano le “versioni” di un'opera presenti nel Database.

Anagrafica: in questa tabella sono contenute tutte le informazioni anagrafiche riguardanti gli esecutori di un brano.

Classificazione_Dewey: la classificazione Dewey è uno schema di classificazione molto utilizzato nel sistema bibliotecario pubblico e nelle librerie scolastiche in tutto il mondo, specialmente negli Stati Uniti. In Italia è stata adottata dall'Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle Biblioteche Italiane e per le informazioni bibliografiche per la classificazione centralizzata SBN. Questa tabella contiene il codice di classificazione e la sua descrizione.

Composizioni: questa tabella è stata creata appositamente per i brani di musica classica che solitamente sono eseguiti da un notevole numero di interpreti, quindi era necessario poter fare una ricerca generica, ad esempio sull'opera “Aida” senza dover dipendere da un esecutore, ma avendo la possibilità di scegliere l'interpretazione desiderata.

Datazione_SBN: il Servizio Bibliotecario Nazionale (SBN) è la rete delle biblioteche italiane promossa dal Ministero per i beni e le attività culturali con la cooperazione delle Regioni e dell'Università coordinata dall'Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche. Questa tabella contiene il codice SBN e la sua descrizione.

Esecuzioni: per esecuzione si intende un'opera eseguita da un artista o un gruppo di artisti come ad esempio un'orchestra, che ha registrato questo particolare brano in una precisa occasione.

Infatti lo stesso brano eseguito dalle medesime persone ma in una data diversa, ad esempio una registrata in un'occasione di un concerto dal vivo e l'altra in uno studio di registrazione, per il nostro DBMS sono due esecuzioni diverse.

Principalmente utilizzata per l'opera classica.

Supporti: indica su quali supporti (CD,DVD,WHS,Vinile ecc.) si trovano le singole opere originali.

Titoli_Album e Titoli_Esecuzioni: contengono rispettivamente i titoli di esecuzioni e degli album delle opere presenti.

Attraverso queste tabelle si eseguono tutte le ricerche più utilizzate.

4.3.2 Codice SQL per la creazione di una tabella:

A causa del numero elevato di tabelle (38) e della loro lunghezza, mostro il codice SQL di una sola tabella come esempio.

```
CREATE TABLE DDS."ESECUZIONI"  
(  
  "ID_ESECUZIONE" character varying(100) NOT NULL,  
  "ID_ALLESTIMENTO" character varying(100) NOT NULL,  
  "NATURA_NOTIZIA" character varying(1),  
  "LIVE" boolean,  
  "DATA_INIZIO_REGISTRAZIONE" date,  
  "DATA_FINE_REGISTRAZIONE" date,  
  "PROVINCIA_REGISTRAZIONE" character varying(4),  
  "NAZIONE_REGISTRAZIONE" character varying(20),  
  "TIPO_ELABORAZIONE" character varying(100),  
  "LUOGO_REGISTRAZIONE" character varying(200),  
  "LOCALITA_REGISTRAZIONE" character varying(200),  
  "ALTRI_STRUMENTI" character varying(1000),  
  "DIRITTI_FONOGRAFICI" character varying(1000),  
  "TIMESTAMP" timestamp with time zone,  
  "USER" character varying(20),  
  "TEMPO_INIZIO" numeric(5,2),  
  "TEMPO_FINE" numeric(5,2),  
  "DURATA" numeric(5,2),  
  "CLASSIFICAZIONE_DEWEY" character varying(100),  
  "NOTE_GENERICHE" character varying(2000),  
  CONSTRAINT "PK_ESECUZIONI" PRIMARY KEY ("ID_ESECUZIONE"),  
  CONSTRAINT "FK1_ESECUZIONI" FOREIGN KEY ("ID_ALLESTIMENTO")  
    REFERENCES dds."ALLESTIMENTI" ("ID_ALLESTIMENTO") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,  
  CONSTRAINT "FK2_ESECUZIONI" FOREIGN KEY ("PROVINCIA_REGISTRAZIONE")  
    REFERENCES dds."PROVINCE" ("ID_PROVINCIA") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,  
  CONSTRAINT "FK3_ESECUZIONI" FOREIGN KEY ("NAZIONE_REGISTRAZIONE")  
    REFERENCES dds."NAZIONI" ("ID_NAZIONE") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,  
  CONSTRAINT "FK4_ESECUZIONI" FOREIGN KEY ("CLASSIFICAZIONE_DEWEY")  
    REFERENCES dds."CLASSIFICAZIONE_DEWEY" ("ID_CLASSIFICAZIONE") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE  
)
```

4.3.3 Migrazione dei Dati

La migrazione dei dati del vecchio database sul nuovo prevede l'utilizzo di filtri SQL. Ciò non è stato ancora effettuato poiché la presenza di errori in buona parte delle tabelle, richiederà una fase di controllo dei contenuti prima del trasferimento al nuovo sistema.

Alcuni esempi di errori:

- Nomi o valori con errori di scrittura
 - Es. Boheme invece di Bohème
- Valori non conformi al tipo di dato atteso all'interno dell'attributo in esame.
 - Es. "inizio del 800" invece di "1800" quindi un character varying anziché un date.
- Dati essenziali per il riconoscimento di un'opera, mancanti per un numero considerevole di tuple
- Inserimento di dati di prova avvenuti durante le manutenzioni che si sono susseguite nel tempo e mai cancellati.
 - Es. "nome di prova", "autore_1" ecc.

4.4 Terza fase: creazione sito Web e query di ricerca

L'ultima fase è stata quella di scegliere che tipo di interrogazioni permettere all'utente, pensando sia alla facilità d'uso sia alla logica migliore per visualizzare al meglio le informazioni desiderate.

Data la grande quantità di informazioni presenti nella Discoteca di Stato, si è dovuto scegliere quale tipo di informazioni potevano interessare a chi effettuava una ricerca e in che modo fargliele cercare.

Le ricerche che ho implementato vanno dalle più semplici alle più approfondite, mantenendo sempre il principio di fornire nel minor numero possibile di passaggi, le informazioni che un utente si aspetta.

Per tutte le ricerche è possibile scegliere di ricercare solo materiale video o solo materiale audio.

La variabile \$sup presente nelle query seguenti, indica il tipo di supporto selezionato dall'utente (Audio o Video), mentre \$campo e \$campo2 contengono le parole chiave di ricerca.

4.4.1 Elenco delle ricerche

Titolo Brano

Descrizione: Selezionando la ricerca per Titolo Brano ed inserendo nell'apposito form il titolo del brano e il tipo di supporto (audio o video), si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il cognome dell'esecutore
- il tipo di supporto di memorizzazione
- il titolo dell'album in cui è contenuto

Codice Sql

SELECT

```
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."SUPPORTI"."TIPO",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO"
```

FROM

```
DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ANAGRAFICA",DDS."COMPOSIZIONI",DDS."ESECUZIONI",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ALLEGSTIMENTI",DDS."SUPPORTI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."TITOLI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."COMPOSIZIONI"."TITOLO" LIKE ' $campo%' AND  
DDS."COMPOSIZIONI"."ID_COMPOSIZIONE"=DDS."ALLEGSTIMENTI"."ID_COMPOSIZIONE" AND  
DDS."ALLEGSTIMENTI"."ID_ALLEGSTIMENTO"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ALLEGSTIMENTO" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Autore Brano

Descrizione: Selezionando la ricerca per Autore ed inserendo nell'apposito form il nome dell'autore del brano e scegliendo il tipo di supporto (audio o video), si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il nome dell'esecutore
- il cognome dell'esecutore
- il titolo dell'album in cui è contenuta
- il tipo di supporto di memorizzazione

Codice Sql

SELECT

```
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",  
DDS."ANAGRAFICA"."NOME",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO",DD  
S."SUPPORTI"."TIPO"
```

FROM

```
DDS."ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIO  
NI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."SUPPORTI",DDS."TITOLI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME" like '$campo%' AND  
DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Titolo Brano + Titolo Album

Descrizione: Selezionando la ricerca per Titolo Brano + Titolo Album ed inserendo negli appositi form il titolo del brano e il titolo dell'album in cui è contenuta ,e scegliendo il tipo di supporto (audio o video), si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- il tipo di supporto di memorizzazione
- il titolo dell'esecuzione
- il codice identificativo dell'esecuzione
- il cognome dell'esecutore

Codice Sql

SELECT

```
dds."TITOLI_ALBUM"."TITOLO",DDS."SUPPORTI"."TIPO",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME"
```

FROM

```
DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ANAGRAFICA",DDS."ALBUM",DDS."TITOLI_AL  
BUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."SUPPORTI"
```

WHERE

```
DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO" LIKE '$campo%' AND  
DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO" LIKE '$campo2%' AND  
DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM"= DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"= DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Codice SBN

Descrizione: Nella sezione ricerca avanzata, selezionando la ricerca per Codice SBN ed inserendo nell'apposito form il codice SBN, e scegliendo il tipo di supporto (audio o video), si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- Il codice SBN del brano selezionato
- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il cognome dell'esecutore
- il nome dell'esecutore
- il tipo di supporto di memorizzazione
- il nome dell'album in cui è contenuto

Codice Sql

SELECT

```
DDS."DATAZIONE_SBN"."DESCRIZIONE",DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."ANAGRAFICA"."NOME",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."SUPPORTI"."TIPO",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO"
```

FROM

```
DDS."DATAZIONE_SBN",DDS."ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."SUPPORTI",DDS."TITOLI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."DATAZIONE_SBN"."DESCRIZIONE"= '$scampo' AND  
DDS."ALBUM"."TIPO_DATA_SBN"=DDS."DATAZIONE_SBN"."ID_DATA" AND  
DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Codice Dewey

Descrizione: Nella sezione ricerca avanzata, selezionando la ricerca per codice Dewey, se il brano cercato è presente nel database, inserendo nell'apposito form il codice Dewey, e scegliendo il tipo di supporto (audio o video), si possono ottenere i seguenti dati:

- Il codice Dewey del brano selezionato
- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il cognome dell'esecutore
- il nome dell'esecutore
- il tipo di supporto di memorizzazione
- il nome dell'album in cui è contenuto

Codice Sql

SELECT

```
DDS."CLASSIFICAZIONE_DEWEY"."CODICE",DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."ANAGRAFICA"."NOME",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."SUPPORTI"."TIPO",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO"
```

FROM

```
DDS."CLASSIFICAZIONE_DEWEY",DDS."ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."SUPPORTI",DDS."TITOLI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."CLASSIFICAZIONE_DEWEY"."CODICE"= '$campo' AND  
DDS."ALBUM"."CLASSIFICAZIONE_DEWEY"=DDS."CLASSIFICAZIONE_DEWEY"."ID_CLASSIFICAZIONE" AND  
DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Codice Esecuzione

Descrizione: Nella sezione ricerca avanzata, selezionando la ricerca per codice esecuzione, se il brano cercato è presente nel database, inserendo nell'apposito form il codice esecuzione, si possono ottenere i seguenti dati:

- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il nome dell'album in cui è contenuto

Codice Sql

SELECT

```
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO"
```

FROM

```
DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ALBUM",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" = '$campo' AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM"
```

Indice Brani

Descrizione: Selezionando la ricerca per indice esecuzioni e scegliendo la lettera desiderata dall'elenco presente nel menù a tendina corrispondente all'iniziale del brano, unitamente al il tipo di supporto (audio o video) desiderato, si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il nome dell'esecutore
- il cognome dell'esecutore
- il nome dell'album in cui è contenuto
- il tipo di supporto di memorizzazione

Codice Sql

SELECT

```
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."ANAGRAFICA"."NOME",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO",DDS."SUPPORTI"."TIPO"
```

FROM

```
DDS."ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."SUPPORTI",DDS."TITOLI_ALBUM"
```

WHERE

```
DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO" LIKE '$campo%' AND  
DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND  
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND  
DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND  
DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO" AND  
DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '$sup'
```

Indice Autori

Descrizione: Selezionando la ricerca per indice autori e scegliendo la lettera desiderata dall'elenco presente nel menù a tendina corrispondente all'iniziale del cognome dell'autore, unitamente al il tipo di supporto (audio o video) desiderato, si possono ottenere i seguenti dati, se il brano cercato è presente nel database:

- il codice identificativo dell'esecuzione
- il titolo dell'esecuzione
- il nome dell'esecutore
- il cognome dell'esecutore
- il nome dell'album in cui è contenuto
- il tipo di supporto di memorizzazione

Codice Sql

SELECT

DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE",DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."TITOLO",DDS."ANAGRAFICA"."NOME",DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME",DDS."TITOLI_ALBUM"."TITOLO",DDS."SUPPORTI"."TIPO"

FROM

DDS."ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA",DDS."ESECUZIONI",DDS."TITOLI_ESECUZIONI",DDS."ALBUM",DDS."ESECUZIONI_ALBUM",DDS."SUPPORTI",DDS."TITOLI_ALBUM"

WHERE

DDS."ANAGRAFICA"."COGNOME" like '\$campo%' AND

DDS."ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA"=DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ANAGRAFICA" AND
DDS."ESECUZIONI_ANAGRAFICA"."ID_ESECUZIONE"=DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND

DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE"=DDS."TITOLI_ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" AND

DDS."ESECUZIONI"."ID_ESECUZIONE" =DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ESECUZIONE" AND

DDS."ESECUZIONI_ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."ALBUM"."ID_ALBUM" AND

DDS."ALBUM"."ID_ALBUM"=DDS."TITOLI_ALBUM"."ID_ALBUM" AND

DDS."ALBUM"."GENERE_SUPPORTO"=DDS."SUPPORTI"."ID_SUPPORTO"AND

DDS."SUPPORTI"."DESCRIZIONE"= '\$sup'

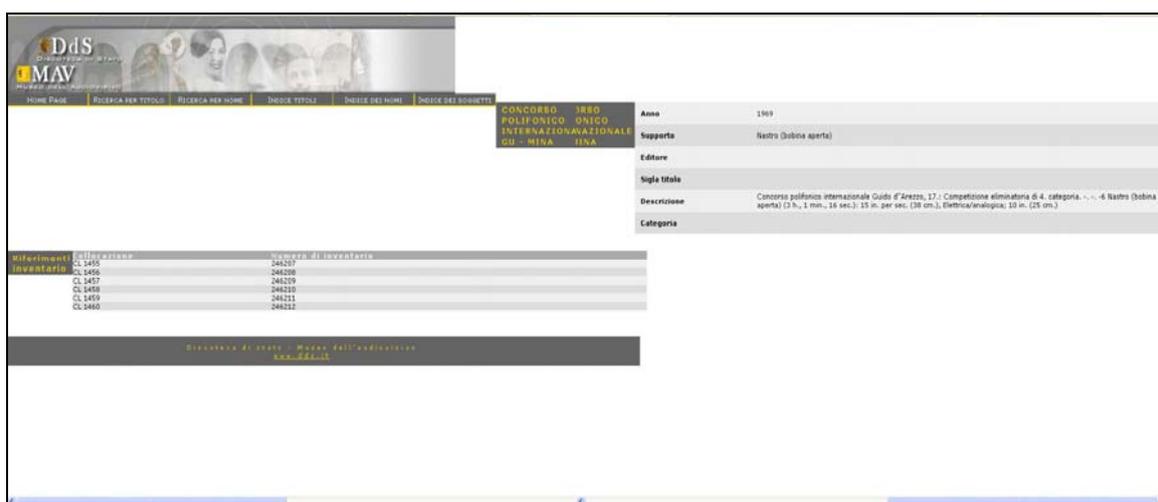
4.4.2 Il vecchio portale

L'interfaccia presentava molti problemi di visualizzazione, tra i quali allineamento e formattazione di tabelle e testo. Le ricerche erano lente e presentavano errori di contenuti.

Figura4: Screenshot a 1280x1024 su Firefox 2.0.0.12



Figura 5: 2 Screenshot uniti a 1024x768 su Firefox 2.0.0.12



Utilizzando browser diversi si avevano visualizzazioni totalmente diverse della stessa pagina
 “ <http://www.dds.it/catalogo/schedadoc.php?doc=82296&prog=8> ”

Figura 6: Microsoft Explorer 6

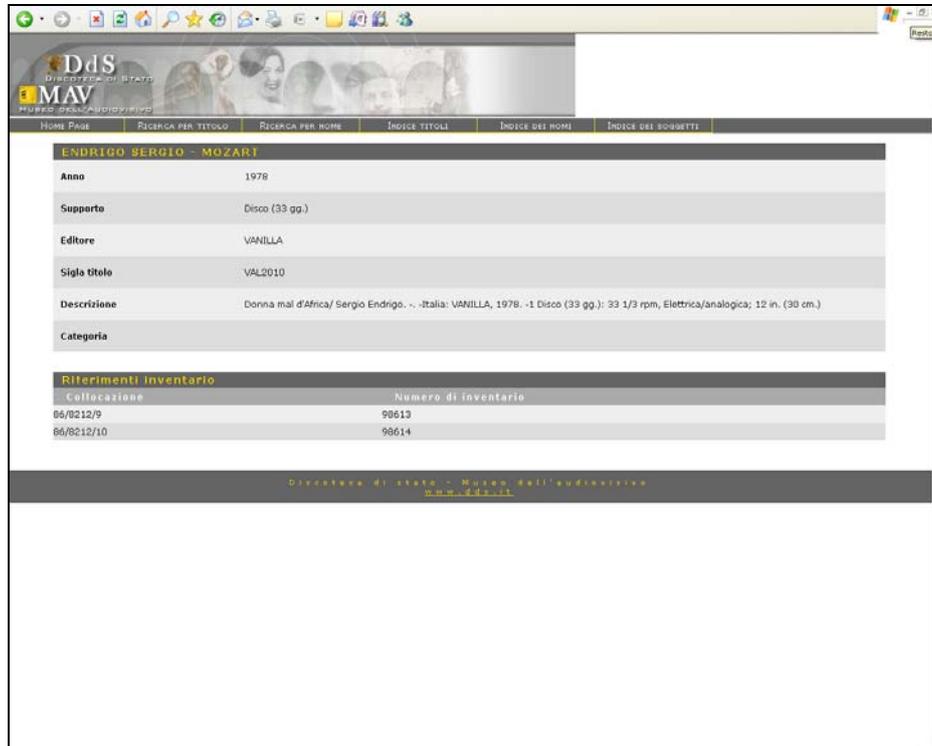


Figura7: Opera 9.26

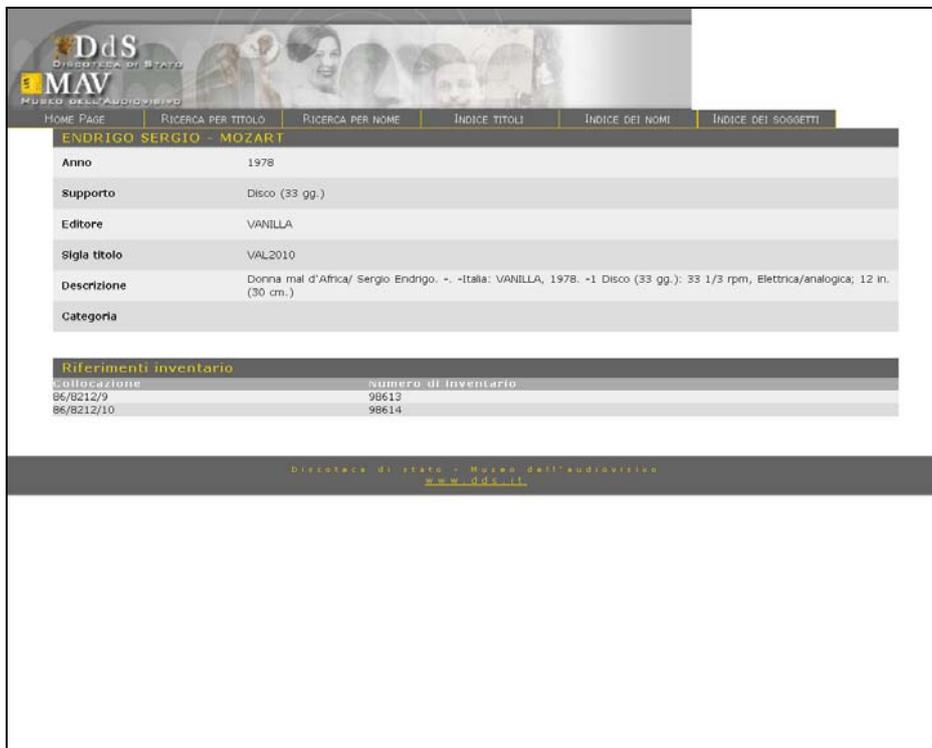


Figura 8: Mozilla Firefox 2.0.0.12

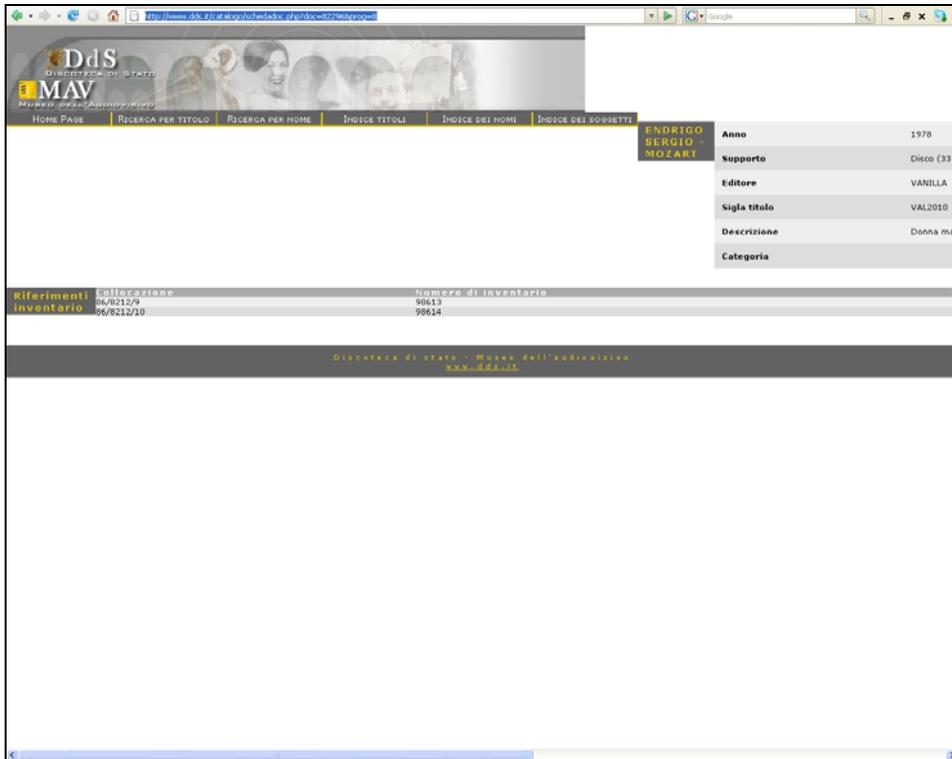
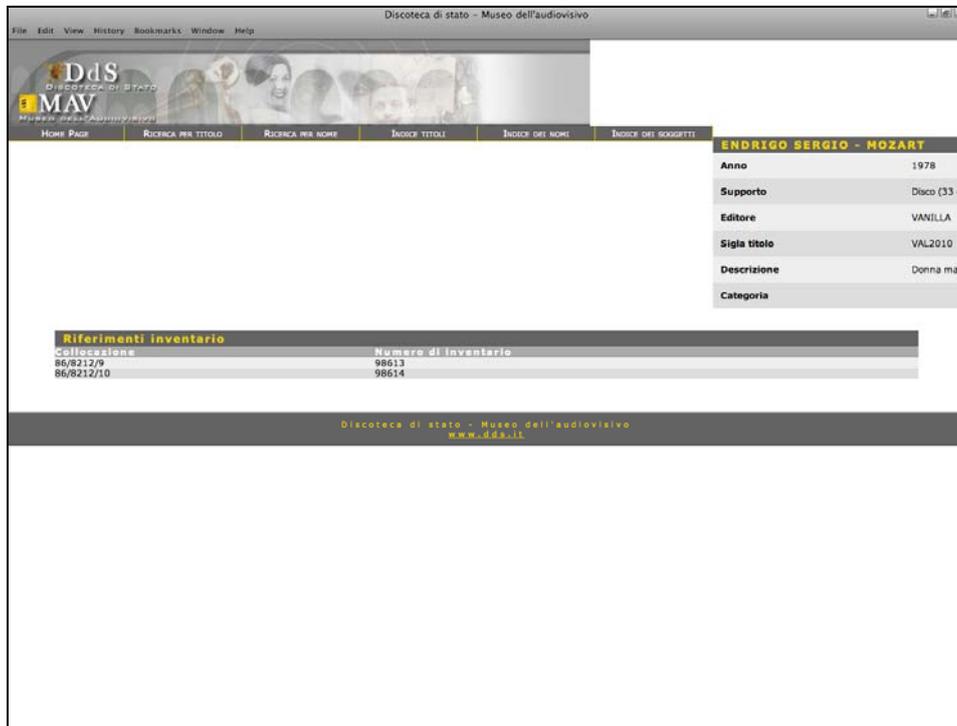


Figura 9: Apple Safari 3.1



4.4.3 Il nuovo Portale

La scelta di mantenere i colori e le immagini originali è stata fatta per non scostarsi troppo dal sito principale della Discoteca di Stato.

Si è puntato sulla realizzazione di un nuovo portale che mantenesse le stesse caratteristiche visive e funzionali, indipendentemente dal browser utilizzato.

Ho creato un sistema di interrogazione attraverso pagine implementate esclusivamente in HTML / PHP, come richiestomi dallo staff del L.I.M. e da quello della Discoteca di Stato.

Per il layout delle pagine è stato creato un foglio di stile contenente le caratteristiche grafiche per tutte le pagine.

Tutte le pagine di interrogazione del database ed il foglio di stile sono validate rispettivamente HTML 4.01 e CSS 2.1.

Figura 10: Ecco come si presenta la nuova interfaccia

Tramite questa pagina potrai effettuare una ricerca per

Autore Brano

Inserisci :

Cognome Autore o nome Gruppo

Specifica il tipo di supporto

Audio Video

Chi siamo • Sede • Link • Mappa • Crediti • Email • Registrazione

Su tutte le pagine è presente un menù orizzontale che permette di scegliere, quale tipo di ricerca effettuare. Il pulsante di colore bianco sta ad indicare in che pagina l'utente si trova. In fondo alla pagina troviamo le coordinate per informarsi sulla Discoteca di Stato.

Le pagine di visualizzazione dei risultati presentano sempre al massimo 10 righe per volta, in modo tale da non disorientare l'utente.

La scelta del supporto permette di visionare un numero limitato di risultati per volta. Questo può sembrare banale ma la presenza di 50.000 titoli circa, potrebbe fornire per un ricerca generica, troppi risultati e quindi metter in difficoltà l'utente, che si troverebbe a dover esaminare un numero considerevole di opzioni, e alla fine indurlo ad abbandonare la ricerca.

La ricerca avanzata è stata pensata sia per un utente esperto che cerca informazioni più dettagliate o ha a disposizione dati per la ricerca più diretti come un codice SBN o Dewey, sia per il personale che dovrà gestire il sito.

Tutte le query che restituiscono un numero elevato di risultati, suddividono su più pagine le tuple, con il fine di richiedere ogni volta che si cambia pagina solo le 10 tuple successive o le 10 precedenti a quelle visualizzate per diminuire i tempi di attesa e limitare le richieste al database.

5 Sistemi di interrogazione alternativi

5.1 Introduzione ai sistemi di interrogazione alternativi

E' consuetudine effettuare ricerche su brani, inserendo delle parole chiave che indicano al sistema di interrogazione le caratteristiche di ciò che stiamo cercando.

Ad esempio nel portale della Discoteca di Stato, è necessario sempre avere qualche informazione sul nostro obiettivo per poter effettuare anche la ricerca più generica.

Attualmente la maggior parte dei sistemi di catalogazione audio e video, prevedono unicamente ricerche con parole chiave e nel caso in cui non si possieda alcuna informazione di catalogo, è impossibile utilizzare il sistema.

Esiste però una situazione molto comune in cui non abbiamo nessuna informazione del brano che vogliamo trovare. In particolare, quando abbiamo la necessità di reperire il nome di una canzone (ascoltata alla radio, contenuta all'interno di un film o uno spezzone di video visto su YouTube), capita di non avere alcuna informazione di catalogo su di essa, quindi né il nome del brano né il nome dell'artista.

Si potrebbe tentare di risalire al genere musicale, ma in questo caso è necessario avere una buona conoscenza musicale per poter stabilire a quale genere appartiene. E inoltre non esiste una catalogazione unica dei generi e dei relativi brani.

Il testo della canzone potrebbe fornire uno spunto per una ricerca, sempre ammesso che sia in una lingua nota a chi ascolta e che le parole siano comprensibili a tal punto da poter individuare una frase, possibilmente nel ritornello, che permetta l'individuazione univoca in un brano.

Un'altra alternativa sarebbe far ascoltare il brano ad un esperto di musica, che potrebbe riconoscere la voce del cantante o il particolare stile di un musicista, e da lì sempre attraverso l'interrogazione di un database, risalire al titolo e magari al nome dell'album in cui è contenuto, sempre che l'appassionato non la riconosca subito, fornendoci le informazioni richieste.

L'ideale sarebbe poter progettare un sistema, compatibile con un portale come quello della Discoteca di Stato, per poter effettuare ricerche senza dover obbligatoriamente introdurre nel database parole chiave.

5.2 Caratteristiche e funzionalità dei Music Information Retrieval Systems:

Esistono DBMS che permettono interrogazioni musicali attraverso l'introduzione nel sistema di informazioni non testuali.

Questi sistemi sono chiamati "MIR System", cioè sistemi di "Music Information Retrieval", permettono generalmente di effettuare due tipi di ricerche, ricerche di dati audio e ricerche su partiture musicali. Vi sono anche sistemi ibridi che convertono prima il segnale audio in una forma simbolica di note musicali e poi cercano, all'interno di una base che contiene partiture, un brano che abbia le medesime caratteristiche. Gli algoritmi di ricerca e di analisi di questi sistemi sono ancora in una fase sperimentale, perciò alcuni esempi riportati qui sotto sono ipotesi di quello che si potrebbe fare se lo sviluppo di questi ultimi fosse già una realtà consolidata.

- Sistemi che effettuano ricerche per *humming* permettono all'utente, tramite un microfono, di ricercare brani cantando o fischiettando un pezzo del brano da ritrovare. Un algoritmo processa il file audio ottenuto dalla registrazione, cercando di estrarne informazioni utili per l'identificazione. Questo tipo di ricerca può essere utile ad esempio in un negozio di dischi, in cui un cliente invece di fischiettare ad un commesso il brano che cerca, tenta di riprodurre una strofa ad un sistema MIR che cercherà all'interno del database del negozio il brano più simile a quello accennato dal cliente.
- Un sistema che cerchi somiglianze tra più brani permetterebbe ad un musicologo di scoprire quali artisti abbiano influenzato l'autore del brano scelto, oppure quali cambiamenti o evoluzioni ci sono stati tra i brani di inizio carriera fino a quelli attuali e il modo in cui siano avvenuti.

Fino ad oggi questi confronti sono stati fatti sempre in modo manuale da una persona ma, se gli algoritmi di confronto fossero sufficientemente sofisticati da ottenere un risultato affidabile nella maggior parte dei casi, si potrebbero fare confronti su un numero maggiore di artisti e in tempi più brevi.

I casi di plagio o violazione del copyright sarebbero notevolmente ridotti poiché sarebbe molto più semplice scoprire se esista già un brano con le medesime caratteristiche.

- L'utilizzo di un algoritmo per l'estrazione del *fingerprinting* su una registrazione audio permette il riconoscimento di un brano confrontando il codice ottenuto con i fingerprint presenti in un database. Grazie a questo codice sarebbe semplice risalire a tutti i dati relativi al brano.

In questo modo ad esempio si riuscirebbe a scoprire il nome di una canzone trasmessa alla radio e registrata con un telefono cellulare o un lettore MP3 avente la funzione di registratore vocale.

Viste le potenzialità di questi “servizi” è opportuno, ora considerare le caratteristiche funzionali di ognuno, e capire quali tra questi sia possibile integrare nel portale di ricerca della Discoteca di Stato. Il fine è quello di ammodernare questo sistema, aggiungendo un metodo di ricerca fino ad ora poco diffuso, ma allo stesso tempo molto utile per gli utenti, senza stravolgere l’attuale logica di archiviazione.

5.3 Query by Humming

Il termine inglese *humming* significa accennare un motivo musicale senza l'uso di parole, emettendo un tono con la bocca completamente chiusa, costringendo il suono a fuoriuscire dal naso. Si può tradurre più semplicemente con "canticchiando".

Con questo metodo è possibile interrogare sistemi, capaci di interpretare ed associare i suoni prodotti a brani musicali presenti in un database; il sito Musipedia.org è uno di questi.

Il sistema registra attraverso un microfono *l'humming* prodotto dall'utente e ricerca all'interno di questo file audio, particolari caratteristiche percettive del segnale audio. Una volta estratte queste caratteristiche dal segnale (ampiezza, pitch, derivate temporali ecc..) le confronta con quelle presenti all'interno del database per ogni brano. I risultati saranno i titoli dei brani che avranno caratteristiche più vicine alla registrazione di partenza.

L'utente in questo tipo di ricerca ha un ruolo importante, poiché se il motivo viene cantato in modo errato il sistema potrebbe fornire risultati errati, oppure non trovare nulla. Ad esempio le seguenti regole fanno parte dal tutorial del sito Musipedia.org.

- Non sbagliare l'altezza delle note;
- Scandire bene tutte le note;
- Non accennare parzialmente le parole del testo, meglio sostituire le singole note con un unico suono ad esempio "ta";
- Non cantare ad un volume troppo alto, né ad un volume troppo basso;
- Il microfono utilizzato non deve essere di scarsa qualità poiché ci potrebbero esserci delle alterazioni del suono;
- Il rumore ambientale deve essere ridotto o assente;

All'utente è richiesto una breve fase di addestramento per imparare a formulare correttamente una ricerca con questo sistema. Solitamente un utente medio canta in modo spontaneo senza avere una tecnica. Forzarlo ad adottarne una presenta un ostacolo, poiché gli si richiede di seguire un modello innaturale. Anche per alcuni cantanti è difficile riprodurre correttamente un brano sconosciuto, Solo chi possiede conoscenze musicali e tecnica di canto consolidate è in grado di adattarsi alle regole sopra citate.

In figura 11 e 12 due esempi che illustrano ciò che un utente vede, utilizzando il software di addestramento di Musipedia.org

Figura 11: Esempio di canto con note brevi e separate da pause. **Corretto**

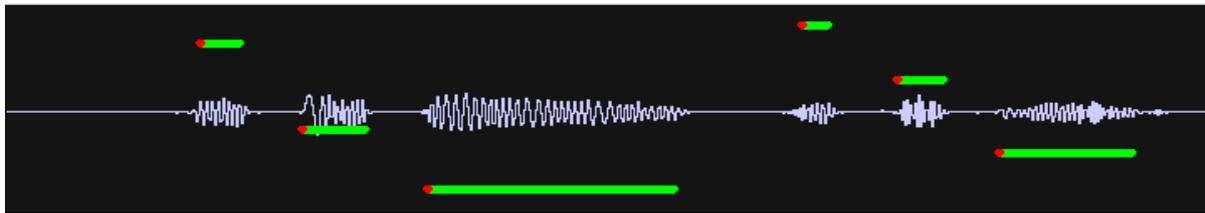
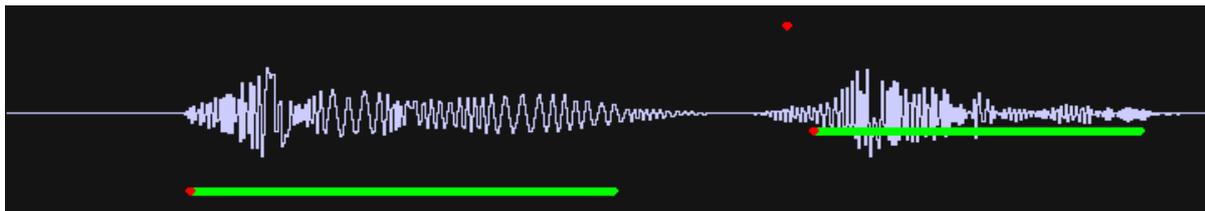


Figura 12: Esempio di canto con note lunghe senza pause. **Errato**



Ci sono però degli aspetti negativi legati a questi algoritmi: Per avere un'estrazione accurata dei parametri scelti è necessario del tempo, cosa che solitamente spazientisce l'utente e lo induce ad abbandonare la ricerca. Al contrario algoritmi più veloci, non raggiungono il grado di accuratezza necessario per poter effettuare una ricerca affidabile. Ogni algoritmo di estrazione, utilizza un proprio set di parametri che vengono inseriti nel database per identificare univocamente un brano, quindi una volta adottato un algoritmo è difficile passare ad un altro, poiché sarebbe necessario modificare nuovamente la struttura di una o più tabelle del database.

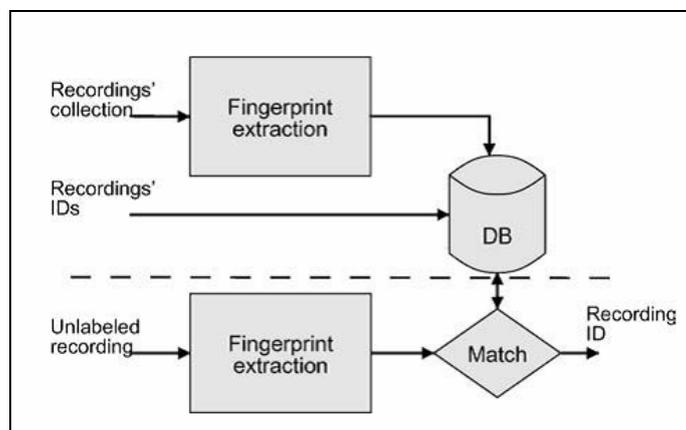
5.4 Il fingerprinting

L'impronta digitale è il mezzo attraverso il quale è possibile identificare univocamente una persona. Fingerprint non è altro che la traduzione in lingua Inglese di questa caratteristica fisica umana. Questo sistema di identificazione è stato applicato anche ai file audio costruendo una stringa di caratteri, che ne descriva le caratteristiche indipendentemente dal tipo di registrazione (digitale o analogica), a patto che quest'ultime prima di essere analizzate, subiscano un processo di digitalizzazione.

L'utilizzo di una stringa di caratteri identificativo univoco potrebbe far pensare alle tecniche di hashing. L'hash produce un riassunto del file a partire dai suoi bit e senza tener conto del suo contenuto (audio, video, immagine, testo); se cambia un bit cambia tutto l'hash. L'analisi per l'estrazione di fingerprint si basa su analisi percettive del segnale (ampiezza, altezza, brillantezza, larghezza di banda, derivate temporali, ecc.), in quanto un'analisi diretta sulle sequenze numeriche del segnale come lo spettro, l'involuppo, ecc, porterebbe a risultati errati, nel caso di confronti con segnali degradati come gli MP3 a bassi bitrate.

I sistemi di fingerprinting si dividono in due categorie: la prima estrae dal file audio il codice identificativo univoco, la seconda ricerca all'interno di un database questa l'impronta.

Figura 13: un sistema di Fingerprint



Il database su cui vengono effettuate le ricerche, deve possedere per ogni brano almeno un'impronta. L'ideale sarebbe avere per ogni file audio presente nel sistema, un set di Fingerprint, poiché nel caso di file musicali, le registrazioni audio possono avere diversa natura. Ad esempio del medesimo brano, si può avere la versione eseguita in uno studio di registrazione, e allo stesso tempo può esistere la registrazione effettuata durante un concerto.

I file audio nonostante contengano la stessa musica, avranno caratteristiche differenti a causa di una diversa esecuzione o più probabilmente del rumore ambientale presente in una e assente nell'altra.

In questo caso i risultati delle ricerche non troveranno con esattezza una particolare versione di un brano sconosciuto, ma si limiteranno ad identificarlo fornendo tutte le versioni presenti del database. In un futuro quando gli algoritmi di ricerca saranno affinati, sarà possibile distinguere i due casi:

- L'utente cerca solo di reperire il titolo ed autore del brano sconosciuto.
 - Ricerca di informazioni generiche
- L'utente cerca di individuare qual è la versione del brano che ha sottoposto al sistema.
 - Ricerca di informazioni dettagliate (es. data di registrazione di un'esecuzione live)

Al momento è possibile implementare solo il primo tipo di ricerca.

Oltre a questo aspetto c'è da considerare che la registrazione audio, che l'utente sottopone al sistema per reperire informazioni su di essa, può essere alterata da algoritmi di compressione lossy o invece essere stata registrata con un'apparecchiatura non all'altezza, che può aver alterato il contenuto.

L'operazione di archiviazione dei fingerprint, deve essere fatta off-line al momento della creazione del database, oppure ogni volta che viene catalogato un nuovo file. Se il database è consultabile in qualunque momento, è opportuno valutare l'orario di minor afflusso di richieste da parte degli utenti, per effettuare le operazioni di estrazione del fingerprint e la memorizzazione nel database di questi valori. Questo per evitare sovraccarichi e disservizi al sistema.

5.5 Open Fingerprint Architecture

Open Fingerprint Architecture è un algoritmo Open Source usato per l'estrazione di codici Fingerprint da file audio.

La generazione del Fingerprint, che si presenta come un array di 516 byte, avviene analizzando i primi 135 secondi del brano in esame e può essere schematizzata in questi passi:

- decodifica del file se in formato compresso
- conversione del clip in mono se stereo
- rimozione del silenzio da inizio e fine clip
- rimozione DC offset

- estrazione delle frequenze tramite FFT, inserite in una matrice dove le righe corrispondono al tempo e le colonne ad un piccolo intervallo di frequenze
- la matrice ottenuta viene poi sottoposta ad un'operazione matriciale chiamata SVD³, che restituisce una matrice più piccola di 512 byte, in cui vengono riassunte le informazioni della matrice di origine
- dalla matrice ottenuta vengono estratte le 4 altezze in pitch MIDI (un byte per ogni altezza) delle frequenze più ricorrenti nel tempo

5.6 Integrazione di un sistema di fingerprinting all'interno del DBMS della Discoteca di Stato

La scelta di integrare nel DBMS della Discoteca di Stato un algoritmo open source di fingerprinting chiamato Open Fingerprint Architecture, per effettuare ricerche su registrazioni audio, è dettata dalla semplicità con cui è possibile effettuare questa operazione.

Il fatto che l'algoritmo sia open source permetterà l'integrazione nella Discoteca di Stato con costi minimi e con la aspettativa che l'algoritmo venga sviluppato di continuo.

Con questo tipo di ricerca un utente sarà in grado di ritrovare informazioni, riguardanti una registrazione audio precedentemente effettuata, ad esempio con un cellulare. Il file audio verrà sottoposto al sistema della Discoteca di Stato che a sua volta lo sottoporrà all'algoritmo di generazione di un codice *fingerprint*, il quale processerà il file audio. Il codice ottenuto verrà confrontato con quelli presenti nella base di dati. Il confronto tra codici non cercherà un codice perfettamente identico ma ne cercherà un simile. Il motivo è che la registrazione potrebbe contenere del rumore ambientale o la scarsa qualità del microfono potrebbe causare delle distorsioni. In entrambi i casi si avrebbe sempre la stessa registrazione, ma con caratteristiche diverse e di conseguenza un codice *fingerprint* parzialmente differente. In questo modo si avrà la possibilità di avere una probabilità di successo maggiore, in quanto sarà più probabile trovare diversi codici simili e non uno uguale.

Si potrebbe anche verificare il caso contrario, cioè la presenza di più codici per lo stesso brano generi dei falsi positivi e quindi un'inattendibilità del servizio offerto. Per questo motivo sarebbe opportuno valutare l'inserimento di un limite di pertinenza sulla query di ricerca. La pertinenza verrebbe misurata in base a quanto un *fingerprint* estratto dal file audio sottoposto, sia simile a quello trovato nel Database.

³ Per una matrice A $m \times n$ con $m = n$, la decomposizione in valori singolari (o SVD) è una matrice ortogonale U $m \times n$, una matrice diagonale S $n \times n$ ed una matrice ortogonale V $n \times n$ tale che $A = U \cdot S \cdot V$. I valori singolari, $s[k] = S[k][k]$ sono ordinati tali che $s[0] \geq s[1] \geq \dots \geq s[n-1]$.

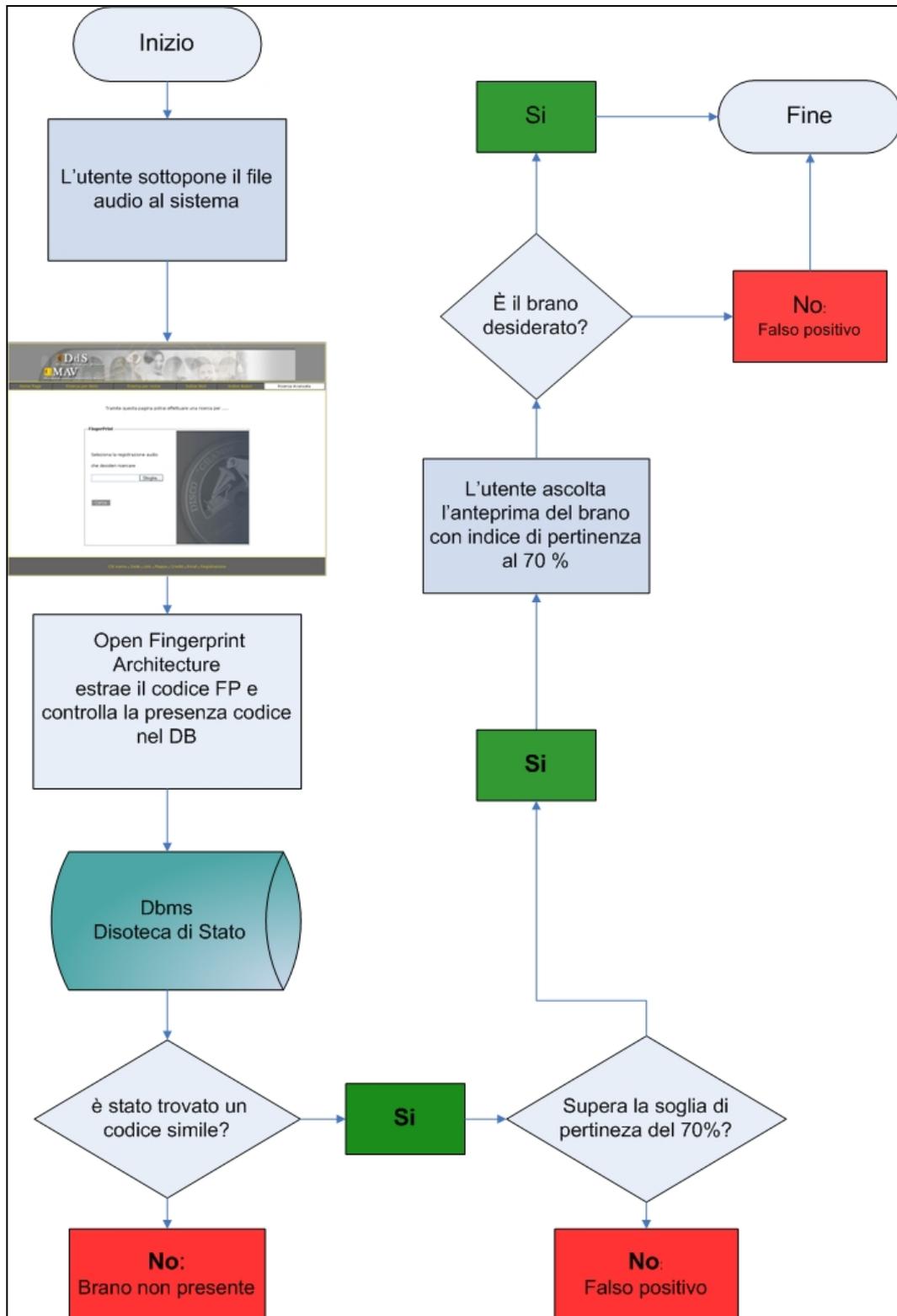
Il sistema fornirebbe un serie di risultati con relativa percentuale di pertinenza, utile all'utente per valutare i risultati ottenuti.

Un risultato con percentuale di pertinenza sotto una determinata soglia, permetterebbe di distinguere un risultato attendibile con un falso positivo. Inoltre sarà possibile ascoltare un anteprima di 30 secondi del brano selezionato, per avere conferma che la ricerca ha fornito il risultato aspettato.

Figura 14: un ipotesi dell'interfaccia di sottoposizione del file audio

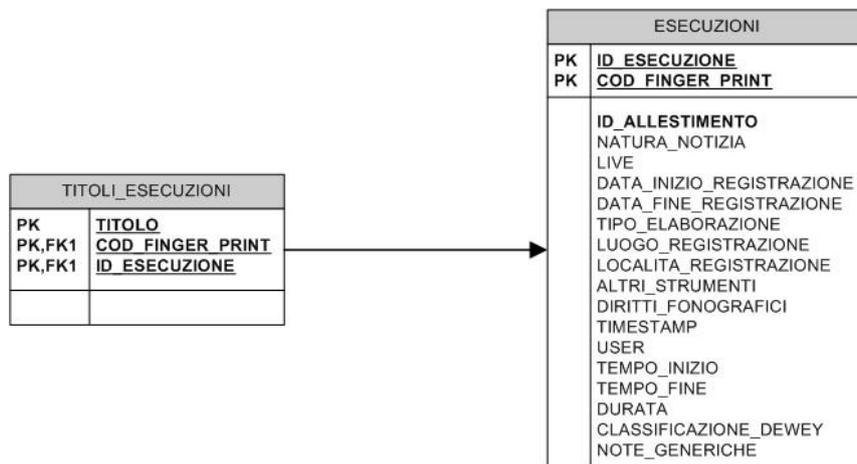
The screenshot shows a web interface for the MAV (Museo dell'Audiovisivo) website. At the top, there is a header with the logo 'DdS DISCOTECA DI STATO MAV MUSEO DELL'AUDIOVISIVO' and a navigation menu with the following items: 'Home Page', 'Ricerca per titolo', 'Ricerca per Autore', 'Indice titoli', 'Indice Autori', and 'Ricerca Avanzata'. Below the navigation menu, a text prompt reads: 'Tramite questa pagina potrai effettuare una ricerca per'. The main content area is titled 'FingerPrint' and contains the following elements: 'Seleziona la registrazione audio che desideri ricercare', a text input field, a 'Sfoglia...' button, and a 'Cerca' button. To the right of the input field is a large image of a vinyl record with the word 'DISCO' and 'GRAVING' visible. At the bottom of the page, there is a footer with the following links: 'Chi siamo', 'Sede', 'Link', 'Mappa', 'Crediti', 'Email', and 'Registrazione'.

Figura 15: Lo schema illustra le fasi di ricerca di un brano attraverso un confronto tra *fingerprint*.



L'immagine in Figura 26 riporta l'E-R già modificato con l'aggiunta del campo "COD_FINGER_PRINT" in cui è possibile salvare il codice o i codici di Fingerprint relativi ad un'esecuzione.

Figura 16



Ad ogni ricerca effettuata sarebbe opportuno chiedere all'utente di indicare se la ricerca abbia prodotto il risultato atteso. In caso affermativo, si controlla se il codice generato dal file immesso dall'utente, sia già presente nella base di dati. In caso negativo deve essere aggiunto in modo da ampliare, ad ogni ricerca positiva il "range" del codice *fingerprint*.

Questo aspetto permette all'utente di contribuire all'affinamento delle ricerche successive incrementando il numero di codici *fingerprint* per ogni esecuzione.

Il "range" non deve però essere troppo ampio, visto che, l'ampliarsi dell'intervallo di un brano, potrebbe avvicinarsi o sovrapporsi a quello di un altro e compromettere il corretto funzionamento del servizio, generando dei falsi positivi. Quindi anche in questa parte sarebbe opportuno consentire l'inserimento del nuovo *fingerprint*, solo se supera una certa soglia di pertinenza con il brano selezionato.

6. Conclusioni

Il lavoro eseguito sul database della Discoteca di Stato, ha permesso di conservare le informazioni relative ai brani musicali e alle registrazioni audio che, oggi come domani, potranno raccontare la nostra storia.

Il nuovo sito web permette di fruire le informazioni contenute nel database, mantenendo lo stesso tipo di visualizzazione indipendentemente dal browser utilizzato. Le pagine scritte rispettando gli standard W3C saranno di facile aggiornamento, riducendo il rischio di problemi di incompatibilità con future applicazioni.

L'interfaccia semplice e pulita non disorienta l'utente, ma consente di trovare agevolmente tutte le funzioni e di ascoltare un'anteprima di 30 secondi del brano scelto.

Le ricerche veloci ed ottimizzate permettono di accedere alle informazioni sfruttando modalità diverse.

Attualmente i dati contenuti nel database sono stati inseriti manualmente per effettuare le prove di ricerca. Prossimamente questi dati lasceranno il posto ai dati ufficiali della Discoteca di Stato.

Il sistema di ricerca, attraverso il confronto di *fingerprint*, non è stato implementato concretamente per motivi di tempo. In futuro questa funzione potrebbe fornire un valido supporto alle ricerche. Lo sviluppo attualmente in corso, dell'algoritmo open source Open Fingerprint Architecture, permetterà di ridurre i falsi positivi e garantire una ricerca sempre più efficiente.

7. Bibliografia

1. A. Rauber, M. Fruhwirth .Automatically Analyzing and Organizing Music Archives. Springer, 2001.
2. A. Albano, G.Ghelli, R.Orsini Fondamenti di basi di dati. Zanichelli 2005.
3. B. Laurie, P. Laurie. Apache the definitive 3rd edition, O'reilly & Associates -2003.
4. C. Worsley, D.Drake. manuale pratico di PostgreSQL, O'reilly & Associates -2002.
5. D. Bainbridge, S. J. Cunningham, and J. S. Downie. Greenstone as a music digital library toolkit. In *ISMIR Proceedings*, pages 42–43, 2004.
6. E. Brochu and N. de Freitas. “Name That Song!”: A probabilistic approach to querying on music and text. *NIPS.Neural Information Processing Systems: Natural and Synthetic*, 2002.
7. J.Gilmore, R.Treat. Beginning PHP and PostgreSQL 8 Apress.
8. L.Lemay, R.Colbrun . HTML e CSS, McGraw-Hill -2007.
9. M.Clausen, F.Kurth. A Unified Approach to Content–Based and Fault Tolerant Music Identification.
10. M.Clausen, R. Engelbrecht, D. Meyer, J. Schmitz. PROMS: A Web-based Tool for Searching in Polyphonic Music
11. M.Clausen, F.Kurth, Meinard Muller, and Andreas Ribbrock. Content-Based Retrieval in Digital Music Libraries.
12. P.Camagni, R.Nikolassy . PHP Dall'HTML allo sviluppo di siti web dinamici, Hoepli -2005.
13. P.Atzeni, S.Cerri, S.Paraboschi, R.Torlone. Basi di dati - Modelli e linguaggi di interrogazione McGraw-Hill seconda edizione.
14. Rainer Typke, Frans Wiering, Remco C. Veltkamp. A survey of music information retrieval pp153-159.
15. V. Vikram. PHP programming solutions McGraw-Hill book 2006.

8. Siti Web consultati

1. <http://www.cs.cornell.edu/Info/Faculty/bsmith/query-by-humming.html>
2. <http://www.psql.it/>
3. <http://www.musicbrainz.org/>
4. <http://www.mirsystems.info>
5. <http://musipedia.org>
6. http://www.musicip.com/dns/files/Open_Fingerprint_Architecture_Whitepaper_v1.pdf
7. <http://www.postgresql.org/>
8. <http://www.shazam.com>
9. <http://themefinder.org/>
10. <http://www.w3.org/>

9. Ringraziamenti

Desidero ringraziare, in primis, le persone che hanno permesso la stesura di questo elaborato:

Prof. Goffredo Haus

Ing. Luca Andrea Ludovico

Dott. Adriano Baratè

Dott. Antonello D'Aguanno.

Un grazie va anche alla mia famiglia, e a tutte le persone che mi hanno supportato durante questo corso di studi.