

**UNA BANCA DATI
PER LA RICERCA
NEL SETTORE
SCIENZE DELLA TERRA
USO ED APPLICAZIONI NEL CAMPO
DELL'ENERGIA GEOTERMICA**

LIBRO BIANCO SULLE RICERCHE CONDOTTE
IN MATERIA DI BANCHE DATI
NEL SETTORE GEOFISICO
NELL'AMBITO DEL SOTTOPROGETTO
«ENERGIA GEOTERMICA»
DEL PROGETTO FINALIZZATO ENERGETICA DEL CNR

Roma, dicembre 1982

CNR - PFE - LB 9

CNR
Consiglio Nazionale Ricerche
Progetto Finalizzato Energetica

Consiglio Nazionale delle Ricerche

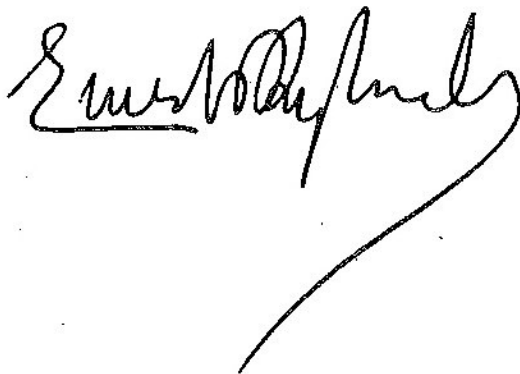
IL PRESIDENTE

La vasta produzione di pubblicazioni del Progetto Finalizzato Energetica del CNR ha riguardato anche l'importante problema delle banche dati nel settore geofisico, cioè la raccolta di dati e di informazioni inerenti le scienze della terra, che possano poi essere di utilità per tutti gli operatori del settore, compresi quindi gli enti e le persone che lavorano nel campo energetico.

Risulta quindi molto opportuno e tempestivo questo libro bianco sulle banche dati nel settore delle scienze della terra, volume che deriva dalle importanti e qualificate attività di ricerca svolte nell'ambito del Sottoprogetto "Energia Geotermica" del PFE.

E' pertanto con molto compiacimento e con viva soddisfazione che presento questa ennesima testimonianza della eccellente produzione di risultati del Progetto Finalizzato Energetica del CNR.

Ernesto Quagliariello



Presentazione

Sono molto lieto di presentare questo Libro Bianco che contiene in forma sintetica i risultati conseguiti, nell'ambito del Sottoprogetto "Energia Geotermica" del Progetto Finalizzato Energetica del CNR, sulla organizzazione di una banca di dati nel settore delle scienze della terra.

Nel presente volume, oltre alla descrizione della struttura raggiunta e alle caratteristiche di funzionalità scelte, vengono presentati solo i contenuti relativi al settore specifico dell'energia geotermica tralasciando tutti quegli aspetti, essenzialmente di carattere geologico di estremo dettaglio, di diretta competenza dei gruppi operanti nell'ambito del Geodinamica.

L'energia geotermica è, almeno per quanto riguarda le applicazioni dirette, un settore abbastanza nuovo in Italia, ma in espansione. Così la massa di dati che si vanno raccogliendo nel nostro Paese e all'estero rappresentano attualmente un patrimonio estremamente utile sia per una migliore comprensione del fenomeno geotermico che per l'incentivazione delle sue utilizzazioni.

Come scienza mineraria, la geotermia è infatti caratterizzata da un alto grado di ricerca metodologica atta a diminuire il rischio minerario insito in ogni operazione geotermica e nel contempo come scienza relativamente nuova necessita di un forte e corretto supporto informativo sulle possibilità reali che esistono, in una data regione, di utilizzare tale fonte energetica e in quale forma.

Sulla base di tali osservazioni si è deciso di

impostare una struttura di Banca Dati che abbia una buona probabilità di dar luogo, con il suo uso, a risparmi energetici o ad un uso più razionale dell'energia anche in relazione all'assistenza di programmi di ricerca del settore.

Essendo la base dei dati geotermici caratterizzata dal richiedere elaborazioni basate su procedimenti di analisi delle osservazioni, di filtraggio e di rappresentazione grafica, la banca, nella sua struttura attuale, possiede le seguenti caratteristiche:

- è accessibile con un linguaggio di interrogazione per non specialisti per l'estrazione dei singoli dati (numerici e non);
- è accessibile al livello di linguaggio di programmazione per permettere calcoli che facciano uso dei dati in essa contenuti;
- è accessibile in modo remoto da terminali inerti o intelligenti.

Proseguire in questa attività sembra quindi argomento valido per la definizione di una struttura capace di dare un utile supporto alla comunità scientifica impegnata nel settore e ai potenziali utilizzatori della energia geotermica.

Un sincero ringraziamento quindi agli Autori di questo volume che con competenza e caparbietà hanno saputo districarsi tra difficoltà logistiche e di manovra e le esigenze imposte da questo settore delle scienze della terra.

prof. Giacomo Elias
Direttore del
Progetto Finalizzato Energetica

Autori del presente volume:

F. NACHIRA – PFE Sottoprogetto Energia Geotermica

C. PANICHI – PFE Sottoprogetto Energia Geotermica

G. BATICCI – PFE Sottoprogetto Energia Geotermica

E. PATACCA – Dipartimento Scienze della Terra - Pisa

P. SCANDONE – Dipartimento Scienza della Terra - Pisa

O. KÄLIN – Dipartimento Scienze della Terra - Pisa

Si ringrazia vivamente la Direzione del Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR per la collaborazione gentilmente fornita nella esecuzione del lavoro di ricerca e nella stesura del presente volume.

Riassunto

È stata realizzata la struttura per la definizione di una Banca di Dati nel settore delle scienze della terra, sia come strumento rapido e maneggevole di affinamento di metodi di indagine, sia come utile fonte di informazioni per vari tipi di utenza.

La banca dati interattiva di tipo relazionale è stata sviluppata in alcuni settori delle scienze della terra, in particolare nel campo geologico, geochimico e in parte geofisico (termico). Sono stati definiti: 1) lo schema concettuale; 2) le relazioni; 3) le schede di acquisizione; 4) i vocabolari; 5) le istruzioni per la compilazione delle schede di input. Contemporaneamente sono stati acquisiti e realizzati programmi per la elaborazione e rappresentazione dei dati contenuti nella banca.

Vengono anche presentati due esempi di utilizzo nel campo geotermico, quali le temperature in pozzi profondi e le analisi chimiche ed isotopiche di fluidi termali.

Summary

A data bank in the earth sciences sector has been set up to represent a fast, convenient tool for perfecting prospecting methods and a useful source of information for various types of user.

This interactive, relational Data Bank has been developed, in particular, in the geological, geochemical and geophysical sectors (relative to temperature measurements only, in the latter case). The following have already been defined: 1) conceptual schema; 2) relations; 3) acquisition cards; 4) vocabulary; 5) instructions for the compilation of input cards.

At the same time programs have been obtained and devised for processing and representing the data contained in the bank.

Two examples are given of the application of the bank in the geothermal sector, relative to temperature logs in deep boreholes and chemical/isotopic analyses of thermal fluids.

INDICE

Introduzione	Pag.	11
PARTE 1 Esempi di utilizzo:		
- Trattamenti dei dati chimici ed isotopici dei fluidi delle manifestazioni termali	"	18
- Temperature alla base del pliocene nell'area bresciana	"	25
PARTE 2 Guide per l'utilizzo:		
- Manuale per la trascrizione ed il caricamento	"	38
- Vocabolari	"	68
- Manuale di grafica	"	79
- Schede di acquisizione	"	89
- Schermi per il caricamento	"	98
	"	100
BIBLIOGRAFIA		

BANDA DI DATI: insieme esaustivo,
non ridondante e strutturato
di dati, attendibili e coerenti,
organizzati indipendentemente
dalle loro applicazioni, acces-
sibili in tempo utile, facilmen-
te utilizzabili nel rispetto di
opportune norme di confidenzialità.

Introduzione

La geologia, la geochimica e la geofisica, insieme alla fisica dei serbatoi geotermici sono le discipline da cui l'industria geotermica attinge ed ha attinto sia nelle definizioni delle risorse che nello sfruttamento dell'energia geotermica di una certa regione. Data la loro età relativamente giovane, le "scienze geotermiche" non hanno ancora raggiunto un grado di maturazione sufficiente da garantirne un uso generalizzato in ogni parte delle superficie terrestre. Le esperienze internazionali nel settore si stanno accumulando con ritmo crescente ed i livelli raggiunti determinano una sempre maggiore confidenza nelle capacità diagnostiche delle discipline delle scienze della terra relative ai fenomeni geotermici.

Nei primi anni si è assistito al tentativo, unico disponibile, di trarvasare le conoscenze ricavate da esperienze condotte in altri settori delle scienze della terra, al campo della geotermia. Così è stato per le metodologie geofisiche e per gli studi di fisica dei serbatoi, prendendole in prestito dalle ricerche petrolifere; lo stesso dicasi per la geologia che tanto si è avvalsa degli studi dei processi geodinamici da cui deriva l'assetto strutturale attuale del nostro pianeta; ed infine la geochimica ha teso a trasportare nel settore delle acque calde profonde le metodologie in uso nella ricerca ed utilizzazione delle acque fredde superficiali.

Questo processo di acquisizione delle altrui esperienze è, per sua natura, di tipo manuale, necessita cioè della continua presenza dell'operatore perchè ogni tentativo di traslazione pone delle condizioni analogiche che solo l'esperto, di suo pugno, può tentare di superare. Il procedimento è risultato così lungo e faticoso, anche se indispensabile ad una crescita delle scienze "geotermiche". Oggi, invece, l'operatore di fronte all'accumularsi di una enorme quantità di dati raccolti in tutto il mondo e quindi relativi a sistemi termali geologicamente e termicamente differenti, si trova in serie difficoltà. Queste derivano dal fatto che eventuali successi conseguiti nell'interpretazione di un certo sistema geotermico, in seguito agli "aggiustamenti" di cui si è fatto cenno, generalmente non si ripetono quando si studia un'altro sistema, perchè questo avrà generalmente caratteristiche diverse dal precedente. In più ci sono anche da risolvere dei problemi specifici della geotermia e per i quali si può attingere ad esperienze pregresse: esempi sono i fenomeni microsismici e di subsidenza che possono essere indotti dalle operazioni geotermiche in una certa regione.

Un solo esempio sarà sufficiente per chiarire la situazione del ricercatore nei confronti delle problematiche poste dalla ricerca geotermica: la geochimica dei fluidi termali. Inizialmente confinata a dar un apporto marginale ed esclusivamente come informazione di tipo idrologico, ha successivamente subito una trasformazione in senso positivo, in quanto da questa disciplina ci si aspettano ora valutazioni delle temperature profonde e dei litotipi delle rocce serbatoio in cui i fluidi termali hanno circolato. Per giungere a dare risposte in questo senso occorre eseguire un accurato trattamento termodinamico delle soluzioni termali alla luce delle conoscenze che derivano dagli studi geologici dell'area in esame.

Il tutto è gestibile da parte di un esperto con il solo ausilio di un elaboratore tascabile, solo se la quantità dei dati analitici è estremamente bassa, e comunque si tratta di un lavoro con un alto rischio di errore manuale e con un alto consumo di tempo (settimane). Lo stesso lavoro può essere eseguito, senza rischi, in una mezza mattinata con l'aiuto di una banca dati e di programmi di calcolo ad hoc. Inoltre, se si considera il fatto che il procedimento interpretativo scelto per l'area in esame può non essere il migliore dei 4-5 a disposizione, questo comporta il fatto che un trattamento analogo andrà ripetuto 4-5 volte.

Anche senza fare il computo dei giorni risparmiati al ricercatore, salta agli occhi come l'uso di uno strumento di elaborazione automatica sia necessario per perseguire i migliori vantaggi che possono derivare alla ricerca geotermica dall'applicazione della geochimica dei fluidi termali.

Lo stesso potremmo dire per le altre discipline.

Maggiore è il numero dei dati, più complesse e raffinate sono le operazioni da compiere su di essi e più è sentita l'esigenza di uno strumento che permetta di compiere tali operazioni in maniera rapida e semplice. Si vorrebbe avere la possibilità quindi nel compiere una ricerca, di esaminare tutte le informazioni che potrebbero avere influenza sul fenomeno in esame, di metterle in correlazione fra loro, e analizzarle con metodi raffinati (matematici, statistici, grafici).

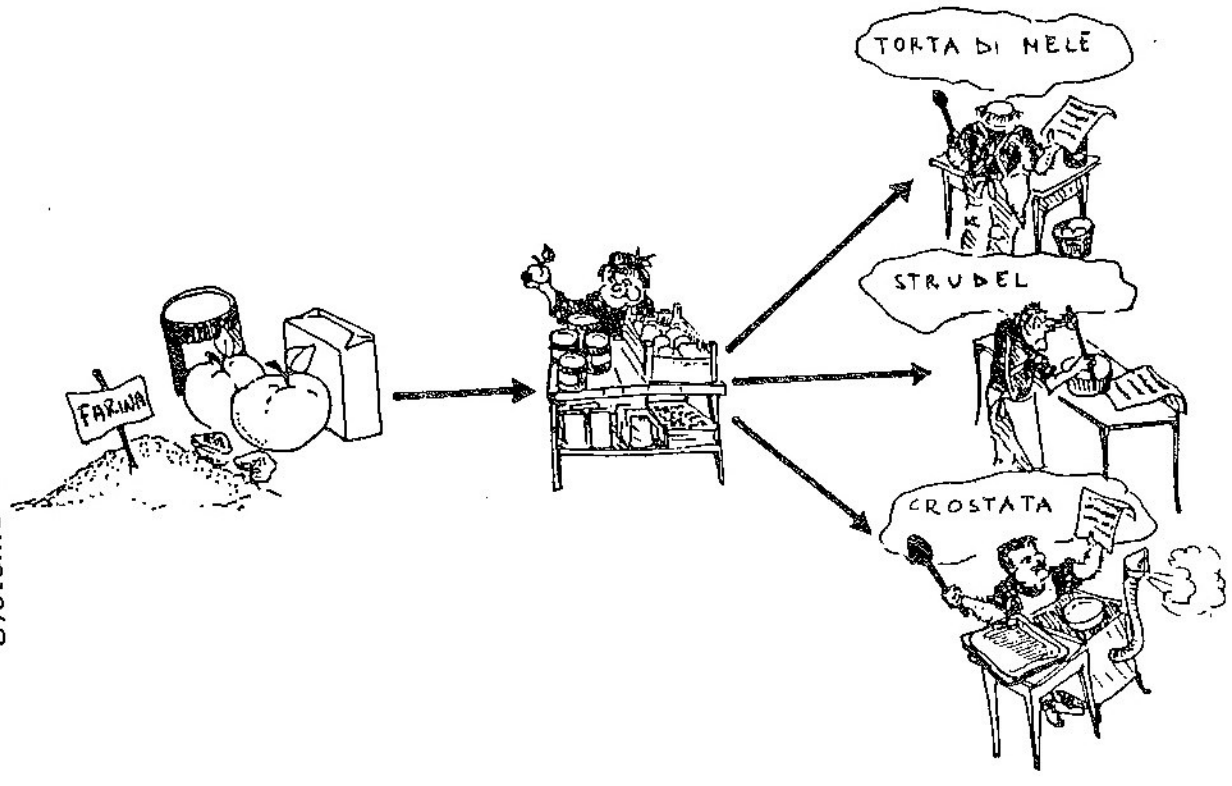
Un primo passo in questa direzione si ha con la catalogazione delle informazioni sparse su vari libri, riviste, appunti personali su delle schede in una forma omogenea; realizzando così un archivio che può essere sia cartaceo che elettronico. In quest'ultimo caso sono utili i sistemi che permettono il reperimento delle informazioni archiviate (Information Retrieval System) su di un archivio elettronico.

Un salto di qualità si ha con le banche dati che comportano un lavoro preliminare, ma offrono enormi vantaggi rispetto ad un semplice sistema di archiviazione.

La figura 1 simboleggia le differenze fra un archivio organizzato ed una banca dati. In un archivio ogni utente vede i dati nella forma in cui sono stati schedati e memorizzati e può operare una selezione ottenendo questi nella stessa forma. Una banca dati, invece permette di vedere i dati in forma diversa, ognuna della quali realizza lo schema logico di qualche categoria di utenti; tali forme sono indipendenti dalla reale organizzazione dei dati e il sistema di gestione della banca provvede a creare tali "immagini" (concetto della indipendenza fisica e logica dei dati). I risultati delle selezioni sono presentati nella forma voluta dall'utente che ha la possibilità di riorganizzare la forma dei dati da ottenere.

La possibilità di scegliere l'organizzazione delle risposte permette di far apparire risultati che sono la semplice ricomposizione dei dati in banca, o di calcoli effettuati su questi, cioè, oltre a rendere più comoda la lettura, è utile per successivi ragionamenti. Infatti per approfondire lo studio dei problemi i dati ottenuti possono essere sottoposti a successive elaborazioni tramite programmi di uso generale (p. es. programmi statistici di analisi fattoriale) che richiedono i dati di ingresso (gli input) sotto una determinata forma, ottenibile mediante una appropriata richiesta alla banca dati. Nel caso del sistema di archiviazione, poichè questo è unica-

Sistema di Archiviazione



Banca Dati

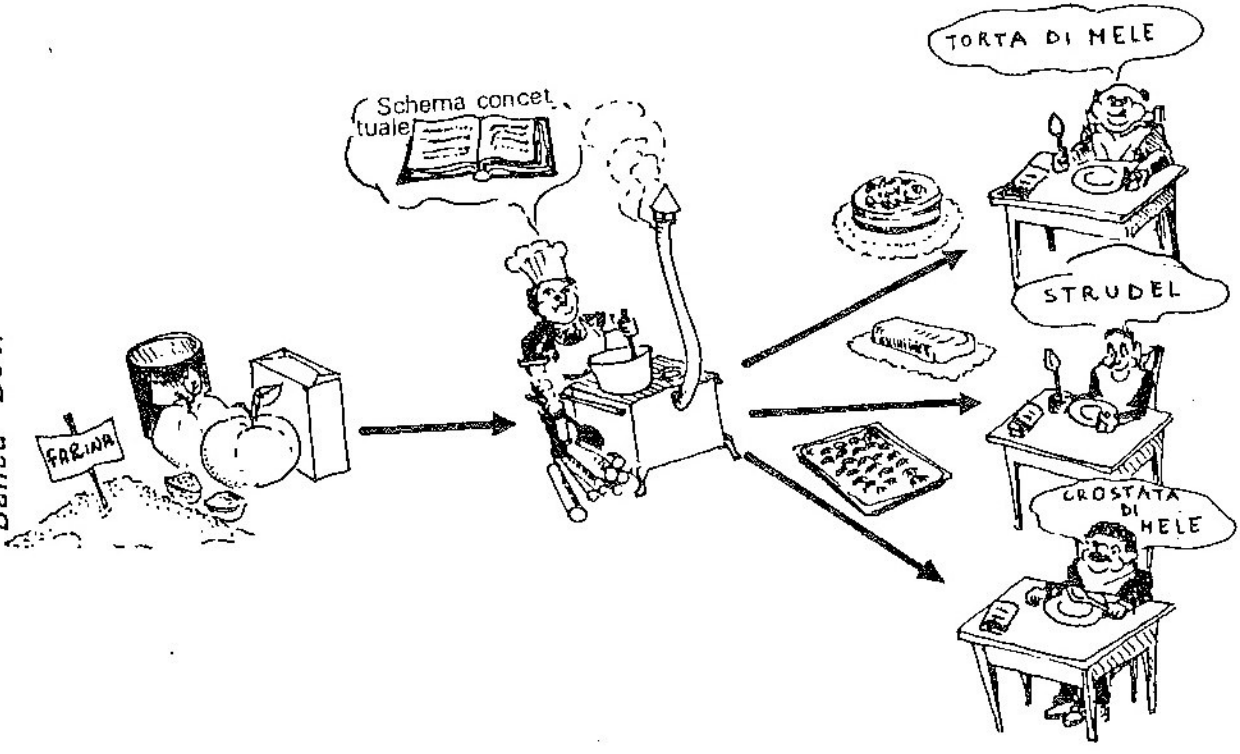


Figura 1. Confronto tra un sistema di archiviazione e una banca dati.

O. KÄLIN, 82

mente in grado di fornire i dati come sono memorizzati, per avere una diversa visione dei dati occorre un programma specifico che esegua tale lavoro.

All'interno di una banca dati, grazie all'indipendenza dall'immagine esterna, i dati possono (e devono) essere organizzati in modo da evitare ridondanze.

Spesso è necessario memorizzare dati riservati ai quali solo alcuni utenti possono accedere; il sistema di gestione della b.d. possiede meccanismi di riservatezza in grado di bloccare l'accesso di un utente non autorizzato ai dati riservati.

Altra peculiarità della b.d. è la possibilità di definire dei vincoli per i dati da memorizzare (vincoli di integrità), che aiutano a garantire la coerenza interna della base di dati.

I sistemi di gestione basi di dati (DBMS) generalmente sono classificati sotto tre modelli: gerarchico, reticolare e relazionale. I modelli offrono potenzialità diverse, e la scelta di quello più opportuno è funzione del tipo di dati e delle elaborazioni da eseguire.

Nel caso presente, dopo una analisi dei bisogni informativi, si è scelto il modello relazionale. Tale modello, fra i vari vantaggi, offre una notevole potenza nelle interrogazioni (query). Questo permette di operare delle selezioni dei dati in base alle relazioni che questi hanno fra di loro, senza che tale relazione si sia dovuta prevedere nel disegno della banca dati. Ciò è particolarmente utile nell'indagine scientifica, dove si è alla ricerca di relazioni più o meno complesse fra le osservazioni sperimentali.

Affinchè una b.d. possa essere utilizzata direttamente dall'utente finale (non necessariamente esperto di informatica), questa deve essere particolarmente semplice da usare. L'utilizzazione di un tale strumento può comportare anche profondi cambiamenti, sia nella metodologia, che nella divulgazione scientifica.

Infatti con successive elaborazioni si può fare un campionamento delle osservazioni ritenute più significative, sulle quali poi compiere in breve tempo elaborazioni complesse. E' da notare che oltre alla maggiore disponibilità di dati e al guadagno di tempo, si ha anche un raffinamento dello studio, perchè sono facilmente eseguibili elaborazioni che altrimenti verrebbero trascurate.

Vediamo quindi che una banca dati può diventare uno strumento notevolmente più potente se associato ad una biblioteca di programmi.

I passi operativi per l'uso di una banca dati si possono schematizzare in:

- 1) ACQUISIZIONE dei dati da pubblicazioni, mappe, etc., o tramite accordi con enti;
- 2) TRASCRIZIONE sulle schede con l'aiuto del manuale;
- 3) CARICAMENTO nella base di dati, o a terminale mediante dei menù a formato scheda, o tramite conversione dei dati acquisiti su nastri magnetici, diskette etc.;
- 4) UTILIZZAZIONE e ELABORAZIONE tramite interrogazioni della banca dati e elaborazione dei dati estratti con i programmi presenti in libreria.

I "bisogni informativi" sopradescritti, sorti indipendentemente nel Progetto Finalizzato Energetica, Sottoprogetto Energia Geotermica (PFE-SPEG) e nel Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) hanno portato alla realizzazione di due banche dati, poi unificate. E' stata così realizzata una struttura di Banca idonea a recepire e gestire dati relativi a diversi settori delle Scienze della Terra.

Nel PFE il progetto di realizzare una Banca Dati Geotermici iniziò nel 1976 come diretta derivazione dell'International Geothermal Information Exchange Program definito nel corso della First Geothermal Implementation Conference tenuta in Nuova Zelanda nel 1974 (LBL 75). In tale occasione, riconosciuta la necessità di disporre a livello mondiale di un mezzo di raccolta e diffusione dell'informazione geotermica, venne deciso di costituire due appositi centri, uno a Pisa (appoggiato dalle strutture del CNUCE e dell'IIRG) e l'altro negli Stati Uniti (appoggiato alle strutture del Lawrence Berkeley Laboratory e dell'U.S. Geological Survey (U.S.G.S. 76). Fu previsto che i due centri raccogliessero e provvedessero alla diffusione di informazioni bibliografiche e numeriche.

L'accordo, di durata quinquennale, prevedeva tra l'altro:

- l'esistenza di due aree di competenza per la raccolta delle informazioni: America, Asia, Oceania e Islanda per gli USA, Africa ed Europa per l'Italia;
- lo scambio periodico dei dati tra i due centri italiano e statunitense;
- accordi particolari di ciascun centro con le organizzazioni della propria area di competenza interessate alla ricerca geotermica in modo da costituire un sistema internazionale di scambio e diffusione delle informazioni.

Per la parte bibliografica, nell'ambito di tale accordo, sono stati acquisiti circa 2000 documenti. Questi vengono gestiti attraverso il sistema di information retrieval STAIRS (IBM 79), mediante il sottosistema ACQUARIUS. Questo sistema implementato presso l'elaboratore IBM/370 del CNUCE (ora IBM/3330) permette di accedere, consultare e visualizzare l'informazione bibliografica ed è operativo dal 1979 (Barettoni 80).

Maggiori problemi hanno presentato i dati fattuali, che fino al 1980 erano semplicemente memorizzati su nastro magnetico.

A partire dal 1976, fra gli obiettivi del PFG era la costituzione di Banche Dati (con dati geologici, geofisici, geochimici, giacimentologici, etc.). L'intenzione era di raccogliere i dati sia prodotti all'interno del progetto, sia preesistenti e utilizzati nel corso delle ricerche, al fine di garantirne l'accessibilità all'intera comunità scientifica e di favorire il loro completo sfruttamento.

Gli studi condotti tra il 1976 e il 1980 in varie sedi e da varie unità di ricerca hanno condotto alla creazione di più banche e archivi (catalogo dei terremoti, Bologna; dati gravimetrici, Lecce, Napoli e Trieste; dati geochimici, Pisa; dati giacimentologici, Cagliari; dati geologici di superficie e di sottosuolo, Milano Pisa), anche in collaborazione con altri Enti (Agip Mineraria, CNEN, ENEL, Ente Minerario Sardo, Istituto Nazionale di Geofisica, Servizio Geologico d'Italia). ~~FEI~~

Le ricerche relative alla Banca Dati Geologici a Pisa sono state condotte tra il 1979 e il 1981 in stretta collaborazione tra l'Istituto di Geologia

e Paleontologia dell'Università e l'Istituto di Elaborazione dell'Informazione del CNR.

Nel 1980 presso il PFE-SPEG intanto, si è deciso di realizzare una banca dati per gestire le informazioni non bibliografiche. Dopo uno studio preliminare, si è deciso di creare una banca dati di tipo relazionale associata ad un sistema automatico per il caricamento dei dati esistenti su supporti magnetici (Nachira, 81). Si è scelto di implementare la B.D. sotto un sistema commerciale, il Q.B.E. per la sua affidabilità e semplicità di uso. E' stato realizzato quindi lo schema concettuale e gli schemi esterni per i dati memorizzati.

Nel corso del 1981, dopo una serie di contatti tra il Progetto Finalizzato Geodinamica (Sottoprogetto Modello Strutturale), e il Progetto Finalizzato Energetica (Sottoprogetto Energia Geotermica) fu riconosciuta l'opportunità di unificare le due Banche sotto un unico sistema di gestione, di tipo relazionale. Si utilizzò quindi il sistema QBE, già in uso nella BDG e si creò un nuovo sistema concettuale che, sulla base delle differenti esperienze di ricerca, tenesse conto delle esigenze di entrambi i gruppi.

A seguito di ciò si sono prodotte le schede di acquisizione dati, si sono definite e "implementate" nuove relazioni, scritti i manuali per l'utente, convertiti i dati nel nuovo schema e sono in corso di completamento i programmi per il data-entry. Si è realizzata una libreria di programmi per la elaborazione grafica delle uscite ed è in corso di realizzazione un sistema per interfacciare la banca con un package di statistica.

Possibili sviluppi futuri.

- a) Estensione della banca con programmi
 - per la rappresentazione cartografica e la produzione di carte tematiche;
 - di contour capaci di sfruttare metodi statistici (Krieging, Matheron, 69, 70; Davis, 81);
 - di digitalizzazione di vari tipi di mappe e di logs.
- b) Estensione della banca con dati che riguardano:
 - geofisica (es. sismica, gravimetria, elettrica etc.);
 - dati non puntuali.
- c) Formalizzazione dello schema concettuale della banca.
- d) Organizzazione di una base conoscitiva⁽¹⁾.
- e) Realizzazione di un sistema esperto⁽²⁾.

Al crescere della mole dei dati memorizzati, si potrà trasferire il grosso dei dati dal sistema di gestione attuale (QBE-IBM) ad un altro sistema, sempre relazionale di prossima uscita sul mercato, il SQL2, in grado di gestire con maggiore facilità grosse quantità di dati. Per non creare difficoltà all'utente e per mantenere la facilità di interrogazione attuale sarà consigliabile implementare dei meccanismi per il caricamento dinamico dei dati da esaminare dal sistema SQL2 al sistema QBE.

C. Panichi-Responsabile SPEG

- (1) Un insieme di asserzioni (frammenti di conoscenza), che descrivono le teorie sugli argomenti di pertinenza della banca. Ciò permette di avere a disposizione non solo le osservazioni sperimentali, ma anche le teorie.
- (2) Ulteriore evoluzione rispetto ad una banca dati. E' un consulente elettronico che, utilizzando i dati memorizzati nella banca, permette di fare delle deduzioni e verificare asserzioni su di essi, aiutando il ricercatore a trarre conclusioni sulla materia oggetto di indagine.