Esercitazione su PostGIS

Claudio Rocchini – Istituto Geografico Militare

Introduzione

- *Postgres* con *PostGIS* è un database server professionale Open Source e Gratuito
- Il supporto spaziale è veramente completo e fa concorrenza a software commerciali ben più costosi (es. *Oracle*)
- In questa esercitazione faremo una breve introduzione al supporto spaziale di Postgres.
- Prerequisiti:
  - Cenni sulle basi di dati
  - SQL
  - Interfaccia di Postgres

Nota su questi lucidi

- Le query SQL da eseguire sono sempre scritte con il carattere **`Courier`**
- PowerPoint trasforma talvolta il primo apicetto di una frase in apicetto invero. In SQL bisogna sempre usare l'apicetto diritto (l'apostrofo).
- Si ricorda che per eseguire una query bisogna:
  - Aprire pgAdminIII
  - Connettersi al server giusto
  - Selezioane un database
  - Aprire SQL editor
  - Digitare la query nella finestra di sinistra
  - Premere il pulsante Play (execute)

Supporto Spaziale di Postgres

Vediamo in questa sezione cosa effettivamente PostGIS aggiunge a Postgres

Supporto Spaziale a Postgres

- PostGIS aggiunge il supporto geografico a Postgres
- Tale supporto si compone di varie parti e si basa principalmente su standard Open GIS Consortium (Oracle invece, che è più vecchio, ha dovuto sviluppare un suo standard).
- Principali componenti:
  - Un nuovo tipo di dato: *GEOMETRY*
  - Tabelle di supporto: *spatial_ref_sys* e *geometry_columns*
  - Funzioni SQL di supporto (circa 700)
  - Tool esterni (es. *pgsql2shp* e *shp2pgsql*) che vedremo durante l'importazione di dati
- Nota: Postgres non ha di per sé un visualizzatore

GEOMETRY

- I dati di una colonna di database sono associati ad un tipo (es. INTEGER, CHARACTER, BOOLEAN)
- Il supporto spaziale introduce un nuovo tipo di dato: GEOMETRY, questo tipo è un tipo di dato ad oggetti (complesso)
- Questo tipo di dato contiene la geometria di un singolo oggetto geografico e eventualmente il sistema di riferimento associato (codice SRID)
- Il tipo è multiforme:
  - può contenere dati a 2, 3 o 4 dimensioni (x,y,z e il campo M)
  - Vari tipi di geometrie: punti, linee, aree, curve, etc.

spatial_ref_sys: introduzione

- E' una tabella del sistema spaziale: memorizza l'elenco dei sistemi di riferimento supportati
- Si basa principalmente sullo standard EPSG (http://www.epsg.org)
- Per ogni sistema previsto è indicato:
  - il codice numerico
  - la sorgente (si solito EPSG)
  - la definizione testuale (equivale al testo contenuto nei file prg)
  - la definizione proj4
- Nota: proj4 è una libreria di trasformazione di coordinate utilizzata da PostGIS

spatial_ref_sys: contenuto

- Esempio lo srid *4326* corrisponde a coordinate geografiche WGS84 (GPS)
- Ecco la definizione testuale:

```
GEOGCS[
    "WGS 84",
    DATUM[
            "WGS_1984",
            SPHEROID[
                        "WGS84",
                        6378137,298.257223563,
                        AUTHORITY["EPSG","7030"]
            ],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]
    ],
    PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.01745329251994328,AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","4326"]
]
```

- SRID *32632* e *32633* corrispondono a UTM WGS84 fusi 32 e 33 Nord.
- SRID *23032* e *23033* corrispondono a UTM ED50 fusi 32 e 33 Nord.

spatial_ref_sys: estensione

- Se un sistema di riferimento non e' previsto può essere aggiunto alla tabella, definendo l'opportuna string proj4, ovviamente il sistema non sarà standard
- Ad esempio Fuso Italia, usato per i cataloghi web, (una media fra fuso 32 e fuso 33) può essere definito come:
  - SRID: 9000;
  - auth_name: "IGMI";
  - auth_srid: 90000;
  - proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=12 +k=0.9985 +x_0=7000000.0 +y_0=0 +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m +no_defs“
- Postgres è in grado di utilizzare correttamente i dati geografici con sistemi definiti dall'utente.

Un inciso: Roma40

- Alcuni sistemi di riferimento non possono essere trattati in modo analitico
- Ad esempio Roma40, ha bisogno (per una sua eventuale trasformazione), di griglie di trasformazione punto punto, che memorizzano la differenza di coordinate.
- L'IGM vende queste griglie di trasformazione a blocchi
- Proj4 (e quindi Postgres) supportano le griglie di trasformazione nel formato standard NAD (ntv2)
- Ad esempio la seguente definizione costruisce un sistema geografico Roma40 (avendo i grigliati opportuni):
  - +proj=longlat +ellps=WGS84 +to +proj=longlat +ellps=WGS84 +nadgrids=./wgs84_to_roma40.gsb

geometry_columns

- Questa è la seconda tabella di sistema
- Contiene i "metadati" minimi per tutte le colonne geometriche:
  - schema: nome dello schema che contiene la tabella
  - table_name: nome della tabella geometrica
  - geometry_column: nome della colonna di tipo GEOMETRY
  - coord_dimension: numero dimensioni (2,3, o 4)
  - srid: codice del sistema di riferimento, può essere -1 = non definito
  - type: sottotipo geometrico; rappresenta un vincolo ai tipi geometrici contenuti. Può valere GEOMETRY=nessun vincolo

geometry_columns dal sito WEB IGM

File Edit View Tools Help

No limit

	oid	f_table [PK] ch	f_table_schem [PK] character	f_table_name [PK] character var	f_geometry_cc [PK] character	coord_dimensio integer	srid integer	type character varyin
1	435694	"	catalogo	carta	the_geom	2	4326	MULTIPOLYGON
2	435698	"	catalogo	carta_fi	the_geom	2	90000	MULTIPOLYGON
3	435705	"	catalogo	prodotto	geom	2	90000	MULTIPOLYGON
4	435697	"	catalogo	prodotto_geo	geom	2	4326	MULTIPOLYGON
5	435696	"	catalogo	prodotto_label	geom	2	90000	MULTIPOINT
6	435713	"	catalogo	t1000	geom	2	90000	POLYGON
7	435715	"	catalogo	t250	geom	2	90000	POLYGON
8	435714	"	catalogo	t500	geom	2	90000	POLYGON
9	435695	"	catalogo	tavolette	the_geom	2	4326	MULTIPOLYGON
10	435703	"	catalogo	tavolette_fi	the_geom	2	90000	MULTIPOLYGON
11	435704	"	catalogo	tavolette_lt	the_geom	2	90000	POINT
12	435706	"	igm95	funico	geom	2	-1	POINT
13	435709	"	igm95	funico2	geom	2	-1	POINT
14	435710	"	igm95	funico3	geom	2	-1	POINT
15	435711	"	igm95	funico4	geom	2	-1	POINT
16	435712	"	igm95	funico5	geom	2	-1	POINT
17	435701	"	limiti	comuni	geom	2	90000	MULTIPOLYGON
18	435700	"	limiti	province	geom	2	90000	MULTIPOLYGON
19	435699	"	limiti	regioni	geom	2	90000	MULTIPOLYGON
20	435708	"	live	funico	geom	2	-1	POINT
21	435702	"	topo	topo	geom	2	90000	MULTIPOINT
22	435707	"	trigo	funico	geom	2	-1	POINT
23	435692	"	voli	anni3	geom	2	90000	MULTIPOLYGON
24	665133	"	voli	anni4	geom	2	90000	MULTIPOLYGON

Scratch pad

Note su geometry_columns 1

- Definire i metadati minimi è fondamentale per il corretto funzionamento di PostGIS (e dei GIS connessi ad esso!)
- Una tabella può avere più colonne geometriche (corrisponde ad una feature class in cui ogni oggetto a più rappresentazioni: es. città puntuali o areali)
- Una colonna geometrica:
  - può contenere dati geometrici di tipo uniforme (scelta consigliata per non mettere in crisi i sistemi GIS), ad esempio punti, in questo caso *geometry_columns.type* contiene il valore POINT
  - Può contenere dati di tipo misto (punti, linee ed aree), in questo caso *geometry_columns.type* contiene il valore GEOMETRY

Note su geometry_columns 2

- Il sistema di riferimento può essere:
  - Non indicato: SRID = -1
  - Indicato in *geometry_columns*, quindi per l'intera colonna (feature)
  - Indicato dentro il campo *geometry*, quindi per ogni elemento. In questo caso può variare da elemento ad elemento della stessa colonna (cosa sconsiglata)
  - Alcuni sistemi esterni non riconoscono il sistema di riferimento correttamente:
    - Shp2pgsql non è in grado di decodificare il file prj
    - ArcGIS non è in grado di interpretare lo SRID Postgres, il sistema di riferimento deve essere comunicato dall'utente.

funzioni

- PostGIS definisce circa 700 funzioni SQL
- Vedremo alcune delle funzioni in dettagli durante l'esercitazione. Le funzioni sono divise nei gruppi:
  - Di Gestione: es. *AddGeometryColumn*
  - DI Costruzione: es. *ST_MakePoint*
  - Di accesso: es. *ST_Dimension*
  - Di modifica: es. *ST_Transform*
  - Di output: es. *ST_AsGML*
  - Di relazione e misura: es. *ST_Area* e *ST_Intersects*
  - Di processamento: es. ST_Buffer
  - Altro: es. Linear Referencig, ST_Xmax, etc.

Lavorare con Postgres

In questa sezione iniziamo a fare qualche esercizio con SQL e i dati geografici

Valori letterali 1

- I valori geometrici possono essere specificati in modo letterale, seguento lo standard OGC WKT:
- Punto 2D:
  - 'POINT(0 0)'
- Polilinea 3D:
  - 'LINESTRING(0 0 0,1 1 0,1 2 0)'
- Poligono (con buco):
  - 'POLYGON((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0),(1 1, 2 1, 2 2, 1 2,1 1))'
- Punto multiplo:
  - 'MULTIPOINT(0 0,1 2)'
- Punto con sistema di riferimento:
  - 'SRID=32632;POINT(0 0)'

Valori letterali 2

- I valori letterali di tipo GEOMETRY non possono essere utilizzati così come sono, altrimenti il db li scambia per stringhe, ma:
  - Si può utilizzare la funzione ST_GeomFromEWKT per convertirli in geometria
  - Si può accodare la dicitura ::GEOMETRY per informare il sistema che il valore è una geometria.
- Es. provate ad eseguire la query:

```
SELECT ST_XMax(
  ST_GeomFromText('LINESTRING(1 3 4, 5 6 7)')
);
```

- Nella query prededente abbiamo costruito una geometria e poi abbiamo utilizzato la funzione ST_XMAX per estrerre il valore x massimo.

Valori letterali 3

- Vogliamo proiettare le coordinate geografiche del centro di Firenze in UTM fuso32N, proviamo:

```
SELECT ST_Transform(
     'SRID=4326;POINT(11.25 43.75)'::GEOMETRY
     ,32632
)
```

- Abbiamo costruito la geometria di un punto in coord. Geografiche (con l'opzione ::GEOMETRY) è l'abbiamo trasformato tramite la funzione ST_Transform a cui bisogna specificare il sistema di arrivo.
- La risposta di default è in binario e quindi fatichiamo a leggerla. Per leggerla in testo applichiamo la funzione ST_AsEWKT a ST_Transform.

Creazione di una feature class: dati

- Creiamo adesso una feature a mano
- Questo vuol dire creare una tabella con una colonna di tipo gemetry + i metadati associati
- Creiamo la feature edificio eseguendo:

```
CREATE TABLE edificio
(
      id INTEGER PRIMARY KEY,
      descr CHARACTER VARYING
);
```

- Nota: il vincolo chiave primaria è stato inserito direttamente dopo la definizione del tipo
- Nota2: per ora il campo geometrico non c'è. Potevamo inserirlo subito (aggiungendo la colonna "shape GEOMETRY") ma preferiamo farlo in un altro modo…

Creazione di una feature: geometria

- Postgres contiene la funzione *AddGeometryColumn* che permette di aggiungere la colonna geometrica, i metadati e alcuni vincoli aggiuntivi in un sol colpo.
- La funzione ha i seguenti parametri:
  - Tabella su cui operare
  - Nome della colonna geometrica
  - Sistema di riferimento
  - Tipo geometrico
  - Numero dimensioni
- Provate ad eseguire (ormai dovrebbe essere chiaro):

```
SELECT
  AddGeometryColumn('edificio','shape',4623,'POLYGON',2);
```

Creazione dell'indice spaziale

- Perché il funzionamento delle query spaziali sia veloce è fondamentale creare un indice sulla colonna *shape*
- La sintassi generica per creare indici è:

CREATE INDEX nome_indice ON nome_tabella (colonne)

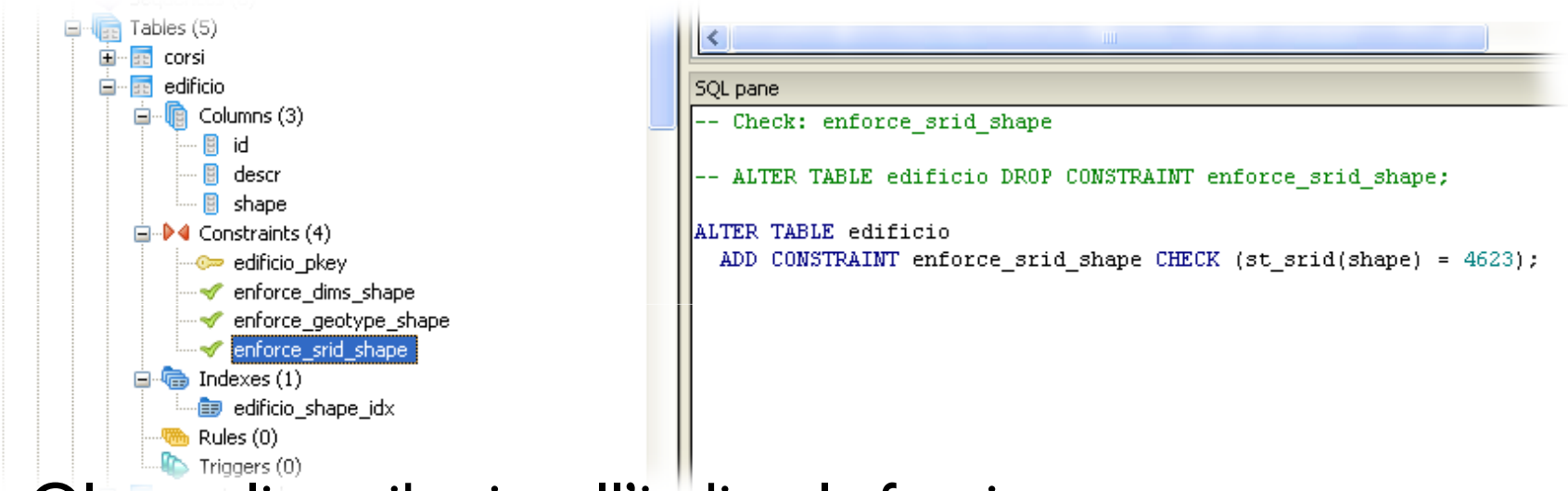
- Gli indici spaziali però sono diversi da quelli su numeri e parole: in questo caso bisogna specificarne il tipo (che si chiama *gist*): provate quindi ad eseguire:

```
CREATE INDEX edificio_shape_idx
ON edificio USING gist (shape);
```

- Il nostro indice spaziale è in funzione

Uno sguardo alla nostra tabella

- Diamo un sguardo alla nostra tabella nell'albero grafico



- Oltre agli attributi e all'indice, la funzione *AddGeometryColumn* ha aggiunto vincoli (constraints) aggiuntivi che bloccano il sistema di riferimento, il numero di dimensioni e il tipo geometrico

Uno sguardo ai metadati

- Selezionate nell'albero grafico la tabella (dello schema public) *geometry_column*
- Visualizzate la tabelle e vedrete che questa contiene i metadati minimi della nostra feature:
  - Nome dello schema
  - Nome della tabella
  - Nome del campo geometrico
  - Dimensioni (2)
  - Sistema di riferimeno (4623=WGS84)
  - Tipo geometrico

[PK] characte	[PK] characte	[PK] characte	[PK] characte	integer	integer	character var
24595	"	public	edificio	shape	2	4623	POLYGON
17249	"	puglia	c010101	shape	4	32633	MULTIPOLYGON

Popolamento della tabella

- Creiamo adesso qualche oggetto geografico, provate ad eseguire:

```
INSERT INTO edificio
VALUES
(1,'Ospedale',
'SRID=4623;POLYGON((6 42, 8 42, 8 43, 6 43, 6 42))'::GEOMETRY
);
```

- I primi due valore sono la chiave primaria e la descrizione, il terzo è la geometria (un poligono rettangolare) del giusto sistema di riferimento
- Nota: le aree vanno "chiuse" vale a dire che l'ultimo vertice deve coincidere con il primo (ovvero i quadrati hanno 5 vertici…)

Ancora altri dati

- Divertiamoci anche a creare un secondo oggetto:

```
INSERT INTO edificio
VALUES
(2,'Industria',
'SRID=4623;POLYGON((10 43, 13 43, 13 46, 10 46, 10 43),(11
  44, 12 44, 12 45, 11 45, 11 44))'::GEOMETRY);
```

- Nota: la riga della geometria qui sopra va scritta tutta di seguito (PowerPoint invece va a capo)
- La geometria della nostra industria è un rettangolo con un buco nel centro: la seconda serie di coordinate definisce il buco centrale.

Semplici analisi sulle nostre feature

- Proviamo adesso a tabellare le aree dei nostri edifici con la query:

```
SELECT id,descr,
       ST_Area(shape)
FROM edificio;
```

- L'area viene misurata in gradi quadrati… proviamo invece a proiettare queste coordinate nel fuso 32:

```
SELECT id,descr,
       ST_Area( St_Transform(shape,32632) )/10000
FROM edificio;
```

- In questo caso il risultato è in ettari
- Nei semplici esempi fino a qui visti, le funzioni vengono applicate ad ogni singolo oggetto

Semplici funzioni aggreganti

- Vediamo ora qualche esempio di funzione aggregante. Provate ad eseguire:

```
SELECT ST_Extent(shape) FROM edificio;
```

- Il risultato è:

"BOX(6 42,13 46)"

- La funzione *ST_Extent* calcola l'estensione massima dell'unione degli elementi della tabella. Un altro esempio:

```
SELECT St_AsEWKT(ST_Union(shape))
FROM edificio;
```

- La funzione *ST_Union* calcola l'unione di tutte le geometrie

Connessione con QGIS (oppure UDIG)

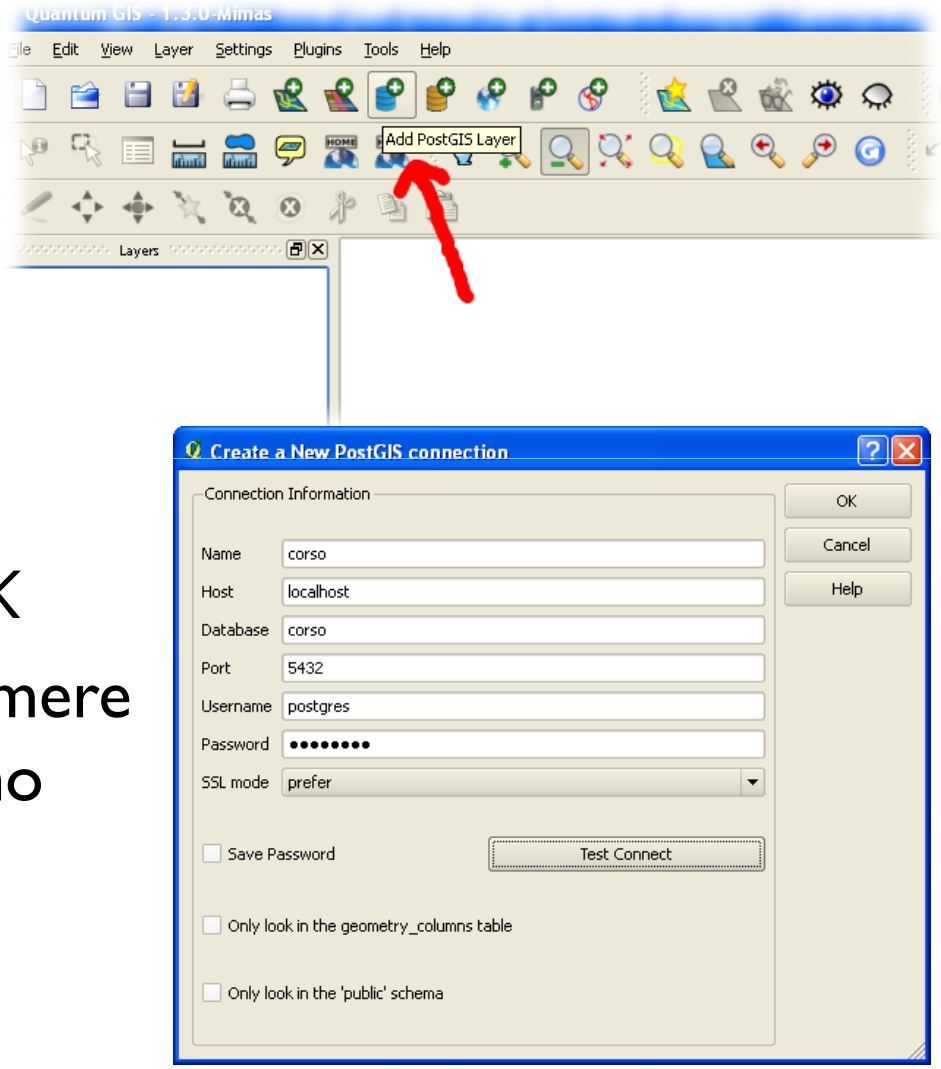
Ed ora un piacevole intermezzo: visualizzazione di dati tramite QGIS

Visualizzare i dati: introduzione

- Questa è un'esercitazione su Postgres-PostGIS
- Questo software non ha di per sé un visualizzatore grafico.
- E' difficile però continuare senza visualizzare i nostri dati.
- Introdurremo quindi i concetti minimi per poter visualizzare i dati con QGIS
- Una descrizione di QGIS esula dagli scopi di questa dispensa.

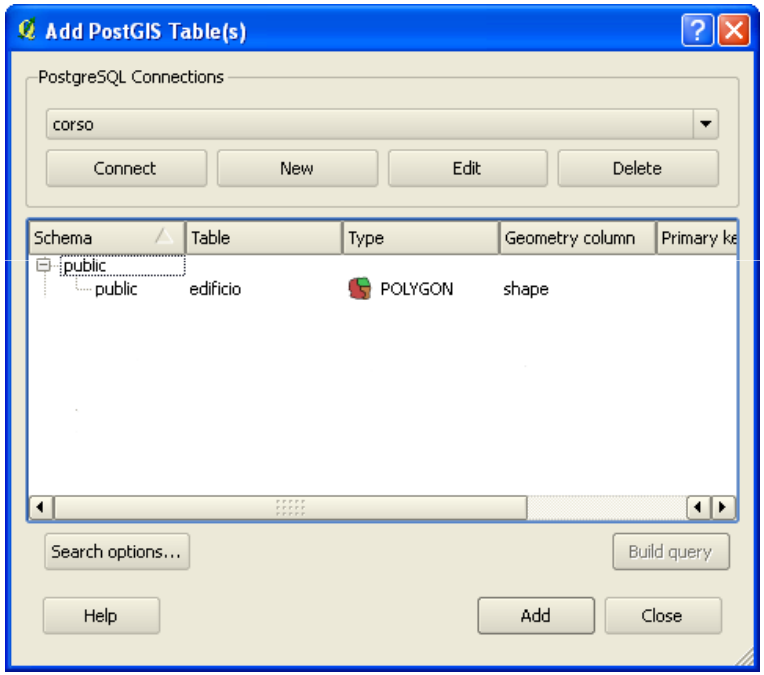
Procedura di visualizzazione con QGIS 1

- Lanciare QGIS
- Premere il pulsante: Add PostGIS Layer
- Nel dialogo che si apre premere il tasto *new*
- Inserire i valori corretti di connessione e premere *OK*
- Nel dialogo principale premere il tasto *Connect*: appariranno tutte le feature disponibili

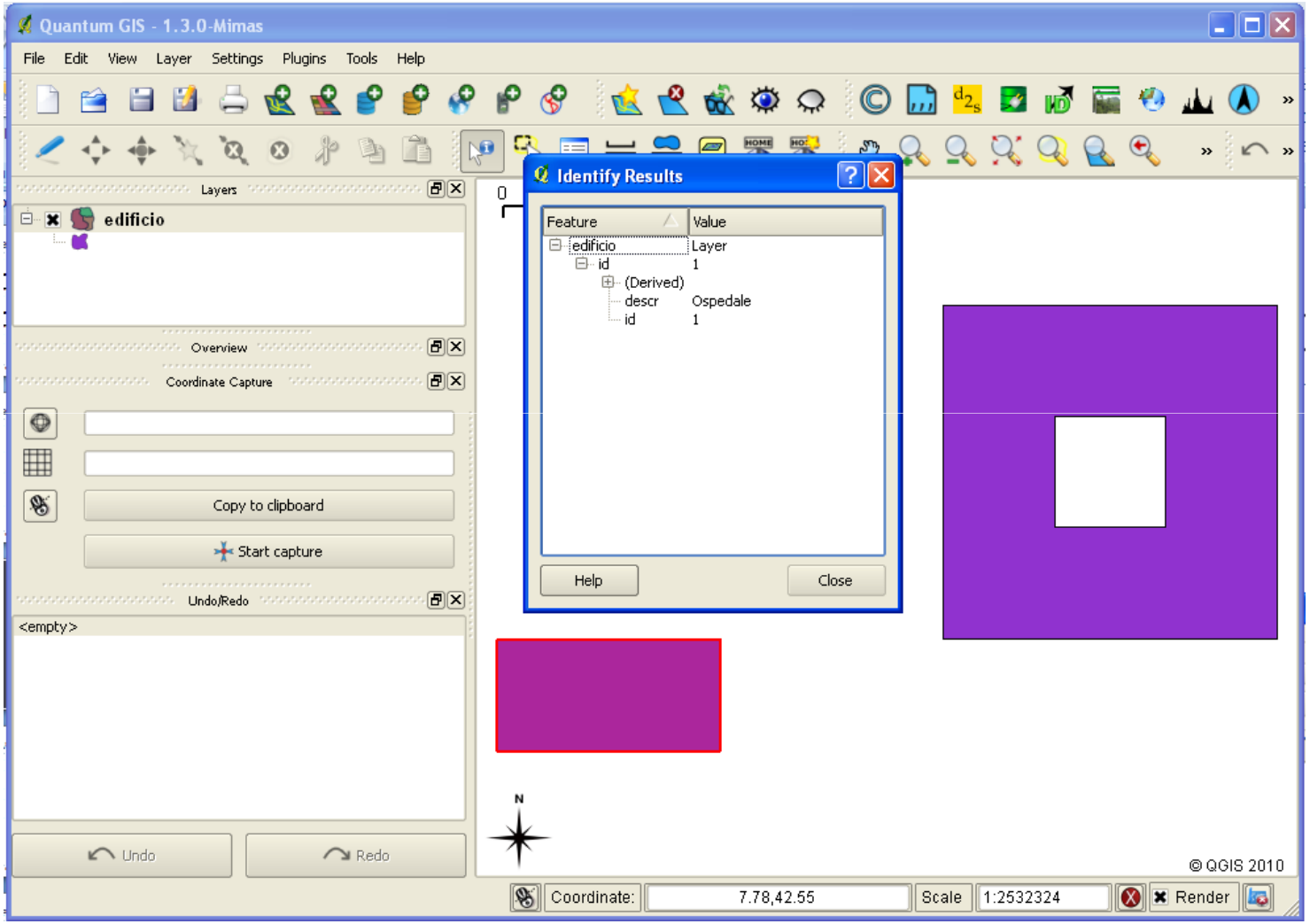


Procedura di visualizzazione con QGIS 2

- Selezionare la feature public – edifici e premere il tasto *Add*
- Se tutto va bene apparirà nella mappa l'elenco degli oggetti da noi manualmente creati (vedi prossimo lucido)
- Selezionando lo strumento Identify Feature (I) è possibile anche interrogare gli attributi degli oggetti.
- Possiamo mantenere QGIS aperto mentre continuiamo a lavorare con Postgres

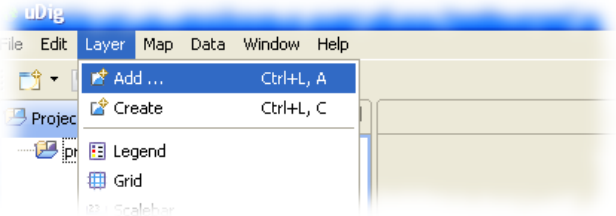


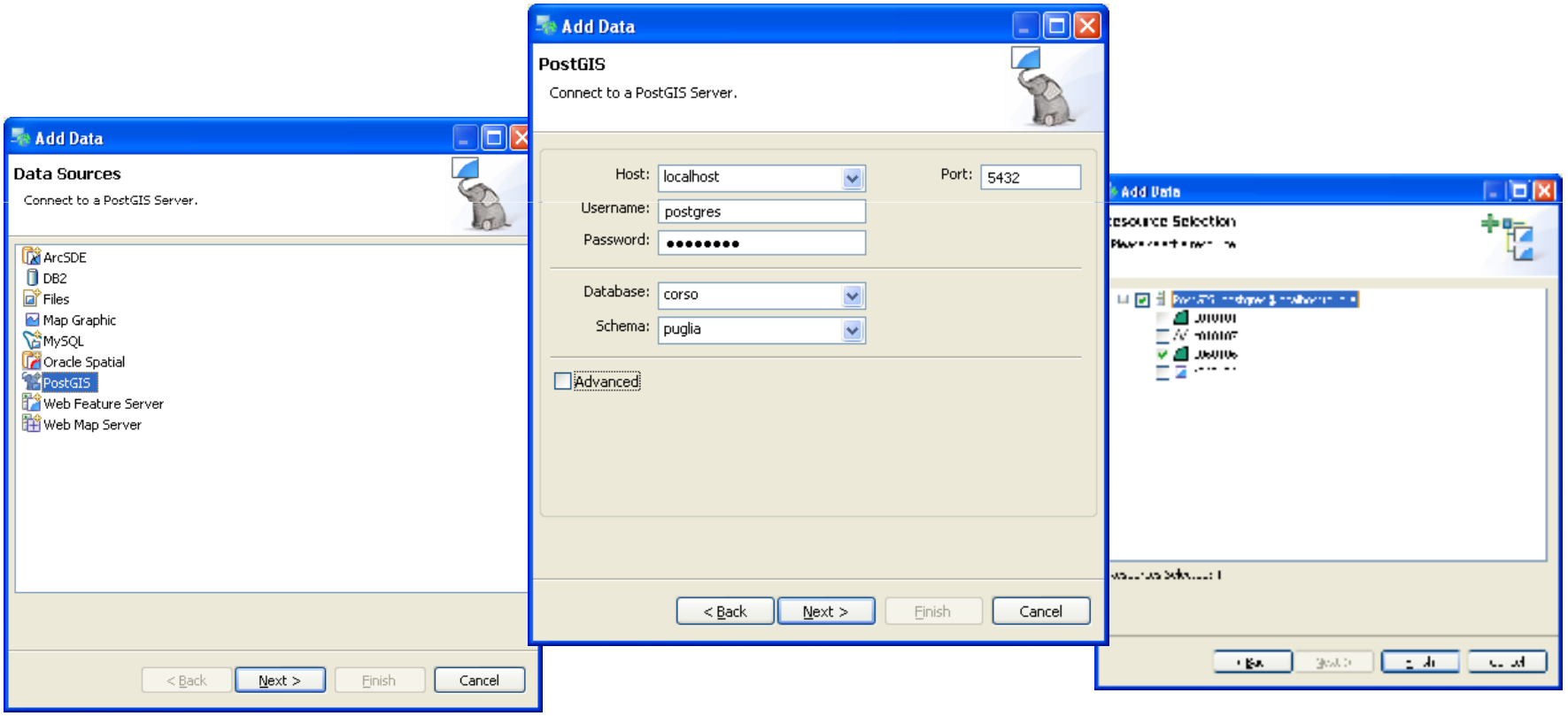
Risultato della visualizzazione



Un inciso connessione con UDIG

La connessione con UDIG segue una procedura Equivalente: Menù Layer – Add . Scegliere PostGIS impostare i parametri e scegliere le feature.





Importazione di dati Esterni (shape)

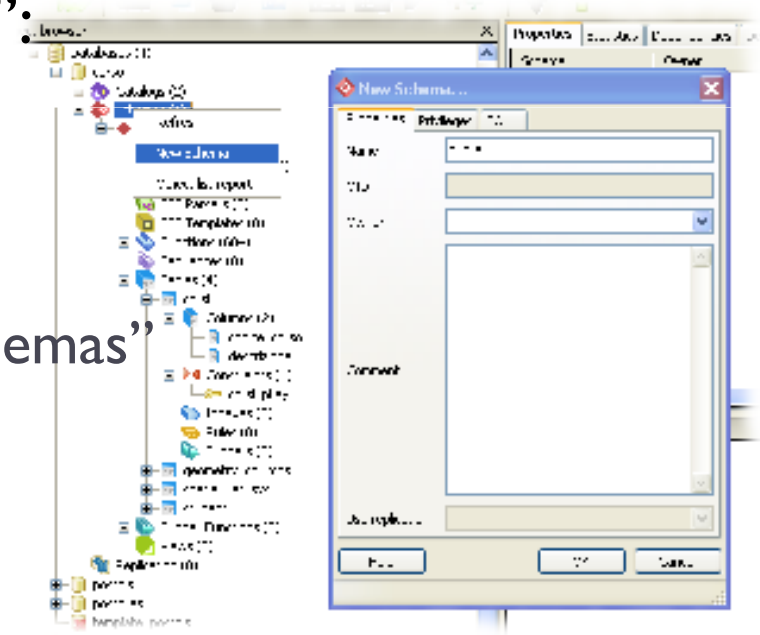
In questa sezione si importano dei dati esterni nel formato shape

Dati di Esempio

- Come dati di esempio, utilizzeremo il DB topografico della regione Puglia, in particolare i dati del foglio 383 e solo le feature C010101 (area stradale), C010107 (elemento stradale) e C060106 (Coltura Agricola).
- In particolare l'ultima feature contiene un attributo multivalore
- L'importazione dei file shape avverrà attraverso lo strumento "shp2pgsql", un tool di PostGIS. Lo stesso strumento può importare tabelle di dati puri (non geografici).

Preparazione all'importazione

- Importeremo i nostri file shape nel database Postgres di lavoro
- I dati però non verranno caricati nella schema principale, ma in un nuovo schema denominato "puglia".
- Creazione dello schema "puglia":
  - Aprite pgAdmin III
  - Selezionate il server da utilizzare
  - Selezionate il database "corso"
  - Clicca col bottone destro su "Schemas"
  - Selezionate "New Schema"
  - Digitate "puglia" come nome
  - Premete OK



Funzionamento di shp2pgsql

- Shp2pgsql è un software dos (a riga di comando) funziona digitando il comando in una finestra dos, con le opportune opzioni

USO: shp2pgsql [<options>] <shapefile> [<schema>.]<table>

OPTIONS:

-s <srid> Seleziona lo SRID.

-d Cancella e ricrea le tabelle

-a Appende i dati

-c Crea nuove tabelle e dati

-p Crea le tabelle senza dati

-g <geometry_column> specifica il nome del campo geometrico

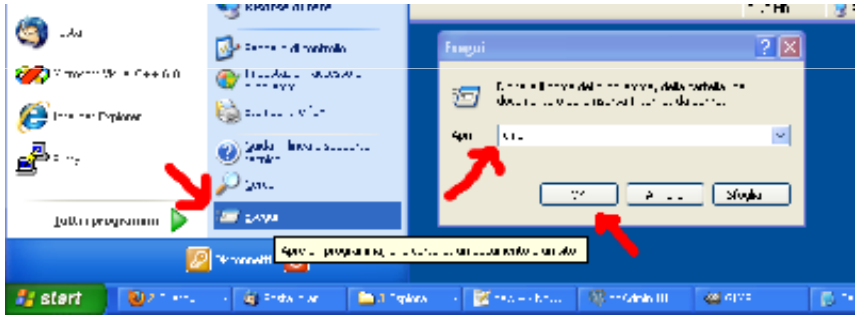
-I Crea l'indice spaziale

-W <encoding> Specifica la codifica carattere

-n Importa solo I dbf

Procedura di importazione

- Creare la cartella c:\lavoro
- Copiarci dentro i file shape e dbf da importare
- Aprire una shell DOS (ad esempio premendo Start – Esegui, digitando cmd e premendo OK)



- Digitare il comando:
  - cd \lavoro
- Digitare il comando:
  - shp2pgsql -s 32633 -c -g shape –I C010101_POL.shp puglia.C010101 > C010101.sql
- Viene creato il file c010101.sql

Analisi dei parametri

- **-s 32633** : seleziona il sistema di riferimento (32633 = UTM Fuso 32N, WGS84, il sistema utilizzato dalla Puglia), il sistema va indicato perché Postgres non riesce a leggere i file prj
- **-c** : crea tabella e carica i dati
- **-g shape** : seleziona "shape" come nome della colonna geometrica
- **–I** : crea anche l'indice spaziale
- **C010101_POL.shp** : il file da importare
- **puglia.C010101** : nome della tabella da creare (nello schema "puglia")

Importazione delle altre feature

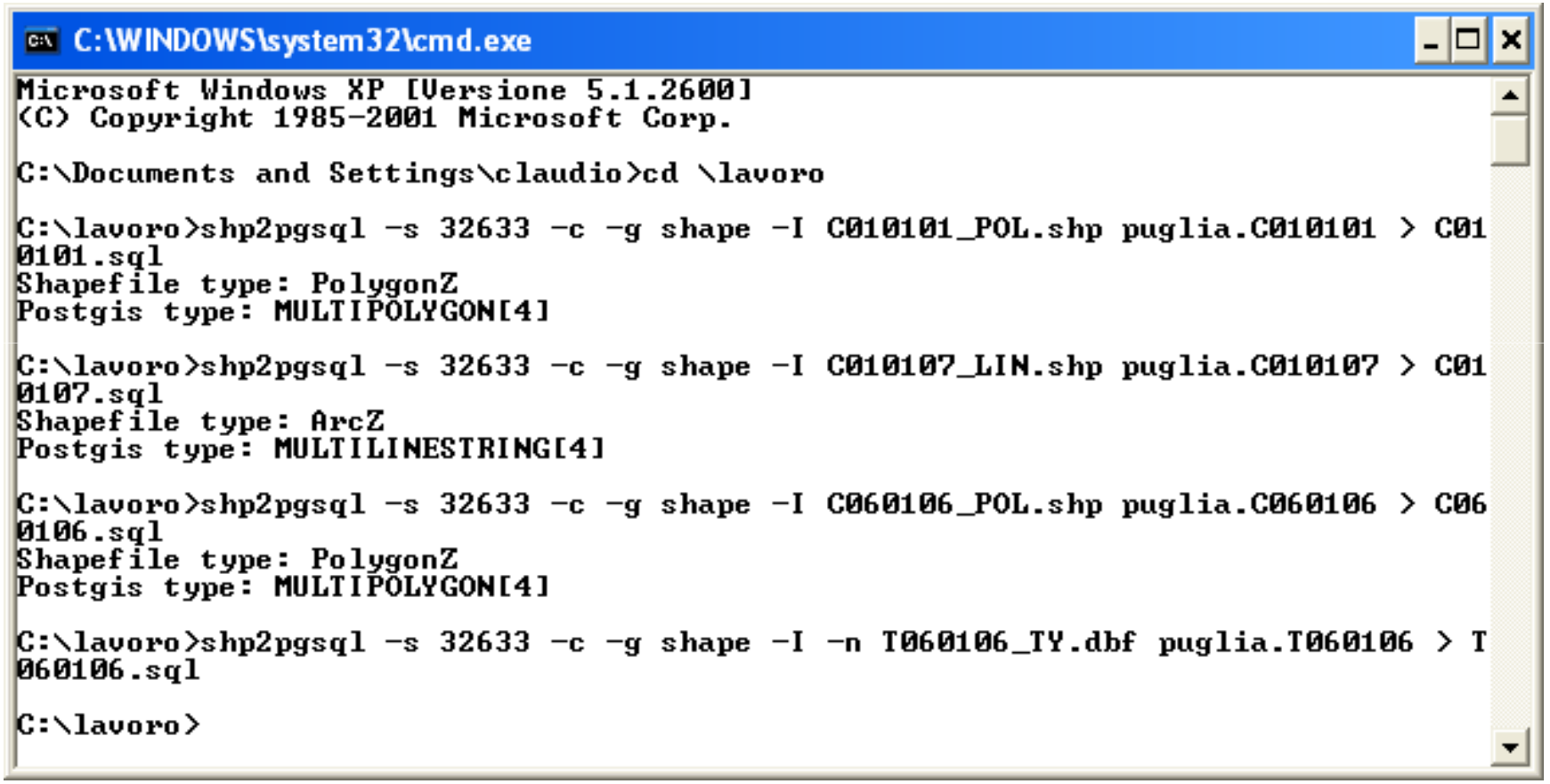
- Si continua con il comando:
  - shp2pgsql -s 32633 -c -g shape -I C010107_LIN.shp puglia.C010107 > C010107.sql
- Quindi con il comando:
  - shp2pgsql -s 32633 -c -g shape -I C060106_POL.shp puglia.C060106 > C060106.sql
- Infine rimane da importare la tabella di soli dati T060106: questa non è una feature geografica ma una tabella pura, utilizzare per implementare un attributo multivalore. In questo caso va aggiunto l'opzione –n al posto dell'opzione –I (che non serve). Digitate il comando:
  - shp2pgsql -s 32633 -c -g shape -n T060106_TY.dbf puglia.T060106 > T060106.sql

Uno sguardo ai file prodotti

- Lo strumento utilizzato produce dei comandi sql

```
SET STANDARD_CONFORMING_STRINGS TO ON;
BEGIN;
CREATE TABLE "puglia"."c010101" (gid serial PRIMARY KEY,
"file_id" int4,
"codice_in" varchar(50),
"fonte" varchar(8),
"rilievo" varchar(8),
"tipo_elab" varchar(8),
"data_note" varchar(254),
"livello" int2,
"scala" varchar(10),
"ac_vei_zon" varchar(8),
"ac_vei_fon" varchar(8),
"ac_vei_sed" varchar(8),
"ac_vei_liv" varchar(8),
"shape_leng" numeric,
"shape_area" numeric);
SELECT AddGeometryColumn('puglia','c010101','shape','32633','MULTIPOLYGON',4);
INSERT INTO "puglia"."c010101" ("file_id","codice_in","fonte","rilievo" …
```

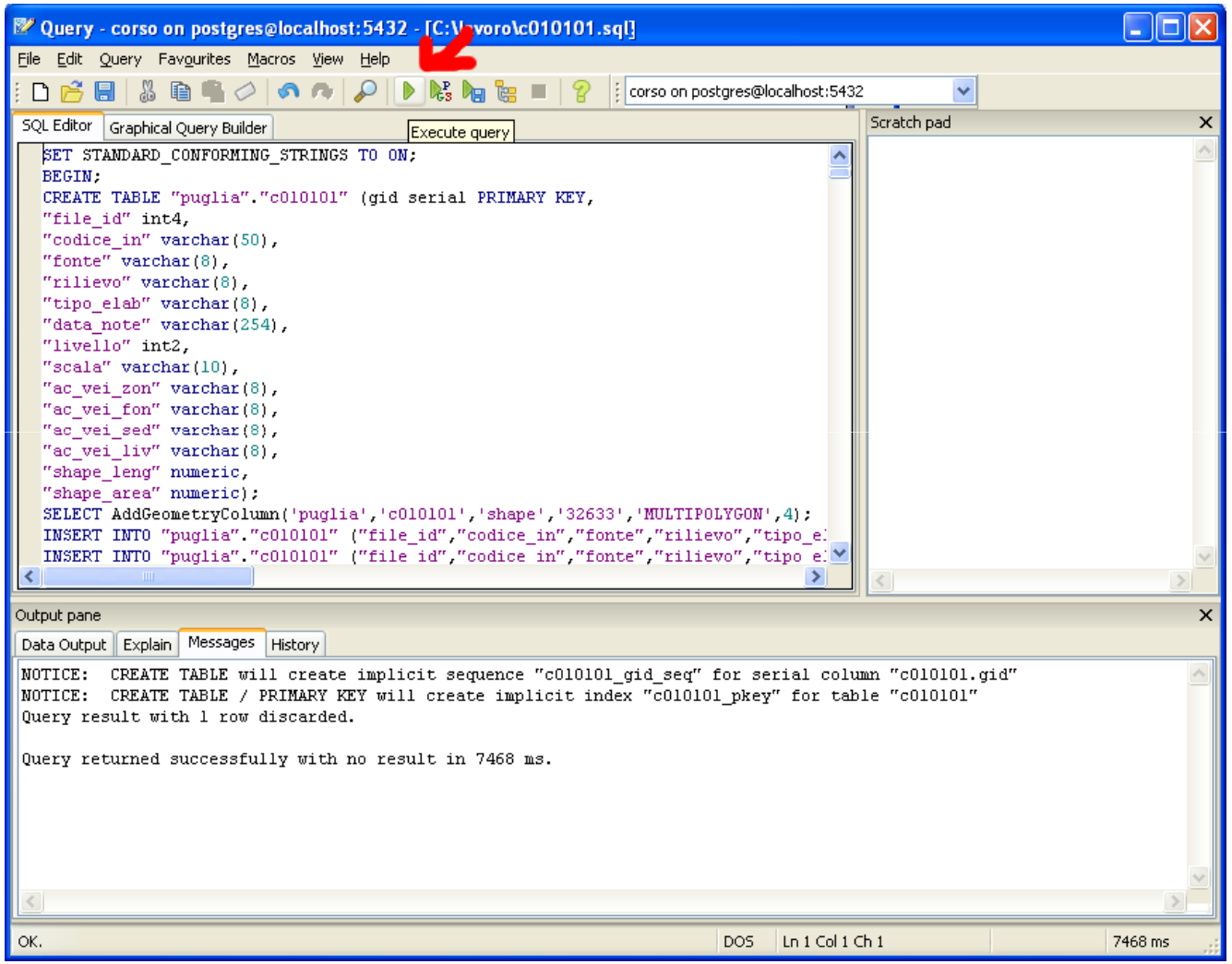
Finestra DOS durante l'importazione



Esecuzione dei file SQL

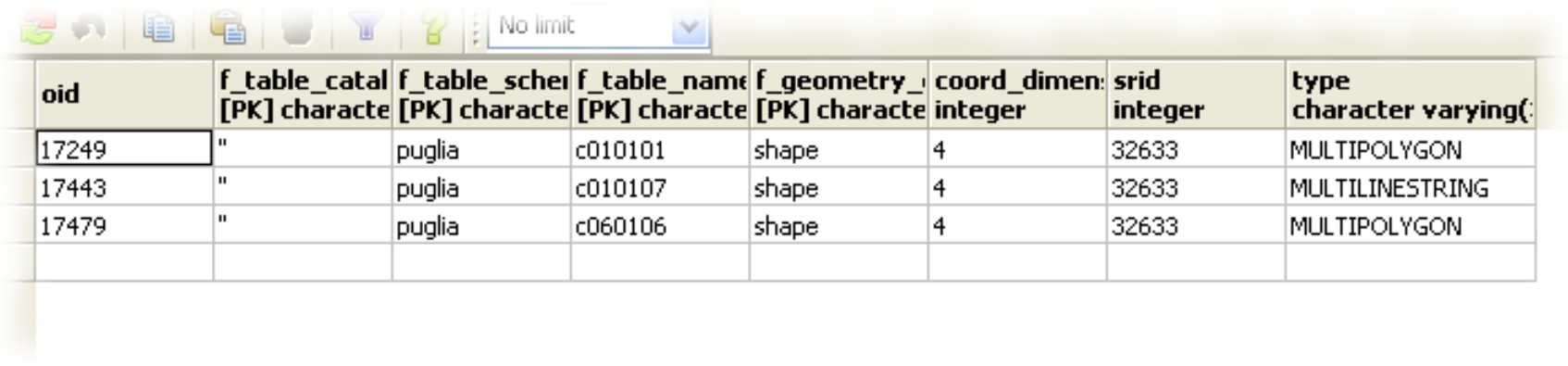
- Adesso bisogna eseguire i file SQL prodotti.
- Un modo può essere quello di utilizzare il comando DOS "psql", ma noi invece utilizzeremo l'interfaccia grafica.
- Da pgAdmin III, lanciate la finestra SQL (*Execute*)
- Nella finestra SQL Editor, Selezionate il menù *File – Open …*, quindi selezionate il file "c010101.sql"
- Premete il pulsante play (Execute) e attendente l'esecuzione dei comandi SQL.
- Se tutto va bene il messaggio finisce con la frase: *"Query returned successfully with no result in xxx ms."*

Schermata di eseguzione dell'SQL



Esecuzione degli altri file

- Ripetete il ciclo di operazioni (Open – Execute) con gli altri file: C060106.sql, C010107.sql e T060106.sql.
- Attendente pazientemente il risultato di ogni esecuzione.
- Il caricamento dei dati è finito.
- Potete dare uno sguardo ai metadati: nell'interfaccia grafica selezionate la tabella public. geometry_columns, quindi premete il pulsante "View data" (Tabella):



oid	f_table_catal [PK] characte	f_table_schei [PK] characte	f_table_name [PK] characte	f_geometry_ [PK] characte	coord_dimen: integer	srid integer	type character varying(:
17249	''	puglia	c010101	shape	4	32633	MULTIPOLYGON
17443	''	puglia	c010107	shape	4	32633	MULTILINESTRING
17479	''	puglia	c060106	shape	4	32633	MULTIPOLYGON