

Progettazione ed implementazione di un'ontologia per il dominio degli ecocentri per la raccolta differenziata nel territorio della città metropolitana di Firenze

Enrico Collini

June 2019

1 Abstract

Le ontologie sono uno strumento mediante il quale è possibile unificare e formalizzare la conoscenza intesa come un dominio applicativo assieme alle sue proprietà. Queste permettono inoltre la possibilità di specificare relazioni tra domini permettendo la creazione di sistemi ancora più complessi.

Per quanto riguarda l'ambito della gestione degli ecocentri per la raccolta differenziata nella città metropolitana di Firenze, si è evidenziato una necessità applicativa di uniformare i concetti chiave di questo campo per poter essere utilizzati successivamente per la creazione di sistemi informativi.

E' quindi stata implementata un ontologia per il dominio delle ecostazioni per la raccolta differenziata unificando in questa anche informazioni derivanti dalle ontologie dell'Istat e DBpedia.

E' stata valutata anche la possibilità di interfacciare l'ontologia con i dati sulla raccolta differenziata dell'ISPRA, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale.

2 Introduzione

Questo progetto è un elaborato per l'esame di **Data Warehousing** tenuto dai professori **Cristina Martelli e Alessandro Gori** dell'Università Degli Studi di Firenze per la magistrale di Ingegneria Informatica.

Dopo un'attenta analisi nel dominio di interesse, è stato modellato un Database per i centri di raccolta per ottenere delle informazioni strutturali per l'implementazione dell'ontologia.

Il modello dell'Ontologia è strutturato sulle informazioni dell'ALIA, ed è stato creato in modo tale da poter includere componenti delle ontologie dell'ISTAT e DBpedia.

Purtroppo i dati sulla raccolta differenziata riportati nel Catasto Rifiuti Nazionale non

sono ancora stati inclusi nell'ontologia dell'ISPRA e quindi non è stato incluso alcun collegamento con questa.

L'ontologia è stata implementata attraverso il software Protegè.

Nella parte conclusiva di questo paper sono riportati alcuni esempi di interrogazioni SPARQL assieme alle possibilità di sviluppo future.

3 Motivazine e Scopo dell'ontologia

L'idea per lo sviluppo di un ontologia per il dominio delle ecostazioni per la raccolta differenziata è nata a seguito dello sviluppo di un'applicazione web in questo ambito. E' stata identificata la necessità di avere delle classificazioni standard sia per quanto riguarda la classificazione dei rifiuti all'interno dei centri di raccolta che per quanto riguarda la gestione degli orari di apertura di questi.

Si è presentata una necessità di un processo di **normalizzazione** che stabilisca in maniera univoca questi concetti. All'interno dell'orario per esempio erano riportati sia notazioni 8-19 che "nell'orario di apertura della struttura".

Questo problema è stato risolto nella modellazione di un database per i centri di raccolta descritto in una delle sezioni seguenti.

4 Analisi del Dominio Applicativo

4.1 Analisi degli Open Data

L'analisi del dominio è iniziata analizzando le risorse Open Data del comune di Firenze e del dati.gov.it della pubblica amministrazione.

Gli argomenti su cui si è fondata l'analisi sono:

- Classificazione Rifiuti
- Descrizioni Impianti di gestione rifiuti

I risultati ottenuti hanno mostrato un diversi sistemi di classificazione dei rifiuti differenziabili e una disomogenea definizione per quanto riguarda gli impianti di gestione dei rifiuti.

E' stata anche valutata la possibilità di riutilizzare ontologie esistenti, ma la ricerca non ha prodotto risultati.

4.2 Verso la definizione dell'ontologia

Per la creazione dell'ontologia per il dominio delle ecostazioni per la raccolta differenziata è stata scelta come struttura principale, per quanto riguarda i concetti strutturali, il sito dell'**Alia Servizi Ambientali**.

Per lo scopo dell'ontologia sono stati identificati tre principali **punti di raccolta rifiuti**:

- Ecostazione, centro principale per la raccolta differenziata
- Cassonetto, contenitore per i rifiuti solidi urbani
- Ecotappa, fermata dell'Ecofurgone per la raccolta differenziata

La **classificazione dei rifiuti** si divide in:

- Organico
- Carta e Cartone
- Imballaggi e Contenitori
- Vetro
- Ingombranti
- Abiti
- Farmaci
- Batterie e accumulatori
- Bombolette Spray
- Toner
- Oli Vegetali
- Pneumatici
- Acciaio
- RAEE
- Alluminio
- Compostaggio Domestico
- Rifiuti non Differenziabili

5 Database Punti di Raccolta rifiuti

5.1 Modellazione Concettuale

Per quanto riguarda la modellazione concettuale del database per i punti di raccolta rifiuti è stato utilizzato il **modello E-R** (modello Entità Relazioni).

Sono state individuate le entità *Ecostazione*, *Cassonetto*, *Ecotappa*, *Ecofurgone*, *Indirizzo*, *Orario* e le relazioni che collegano queste: *ha_indirizzo*, *orario_ecostazione*, *orario_ecotappa*, *ha_ecofurgone*.

Il modello implementato è riportato in 1

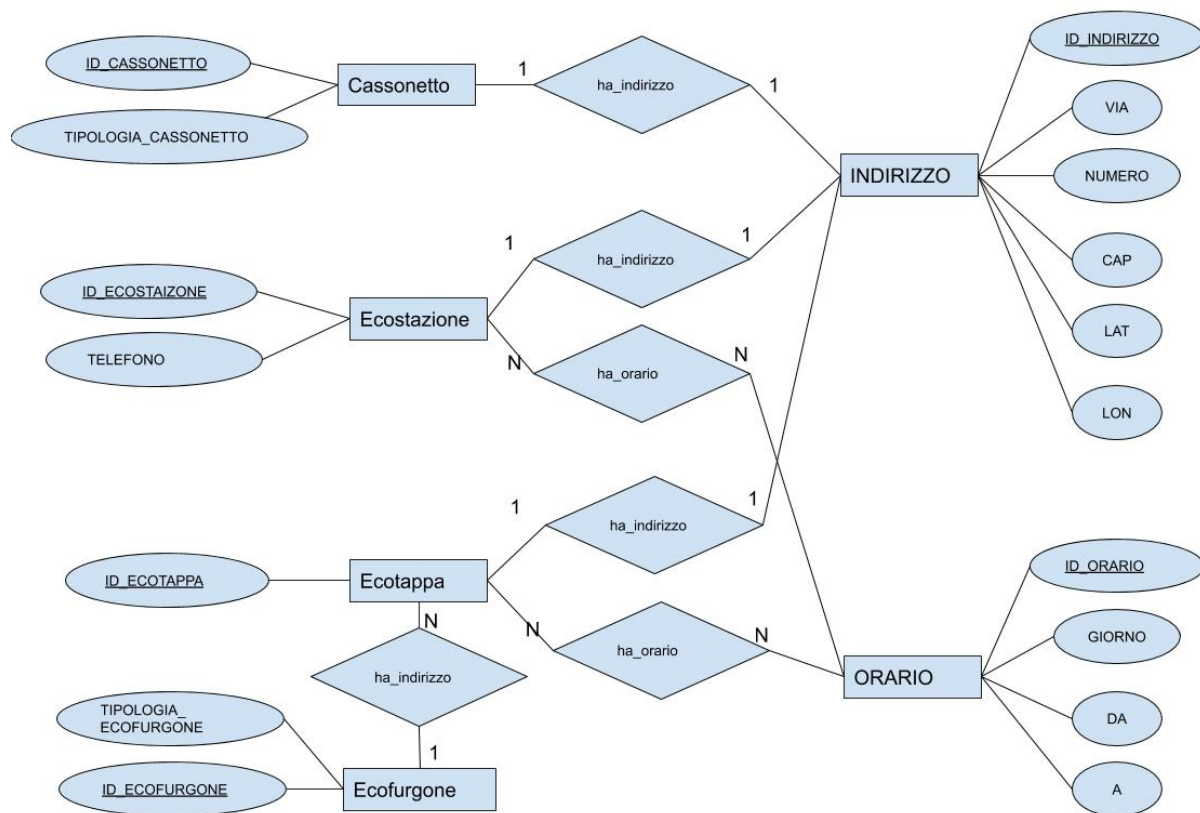


Figure 1: modello database

5.2 Strumento di Sviluppo



Figure 2:

Come strumento di sviluppo è stato utilizzato **QuickDBD** che permette la creazione di database mediante un linguaggio specifico intuitivo e permette di esportare il database in vari formati tra cui SQL.

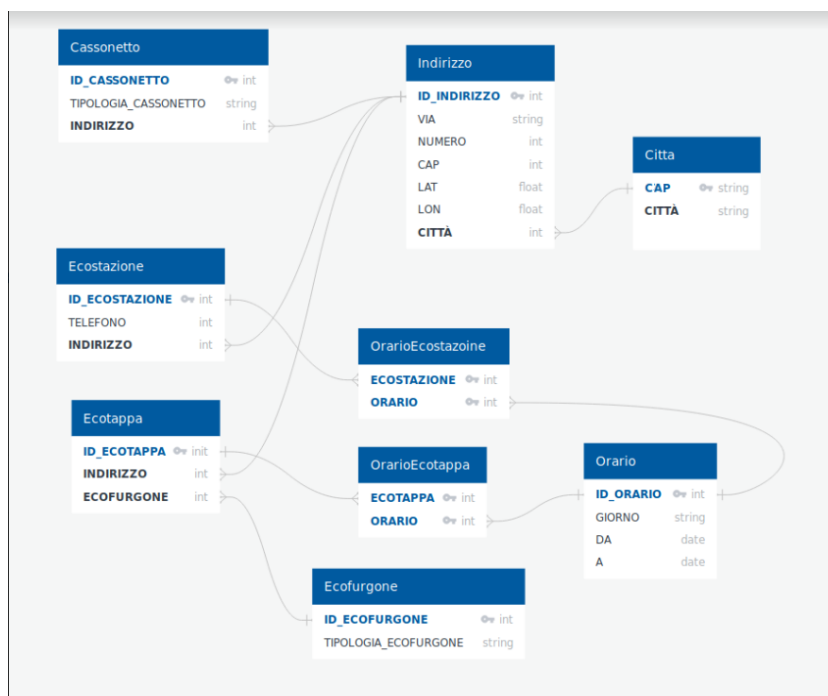


Figure 3:

6 Modellazione e Implementazione Ontologia

6.1 modello dell'ontologia

Il modello dell'ontologia è stato suddiviso, per avere una maggiore chiarezza, in due sottomodelli.

- Un primo modello che identifica la relazione tra i punti di raccolta ed i rifiuti. 12.
- L'altro che definisce le informazioni inerenti ai punti di raccolta rifiuti 5.



Figure 4: modello ontologia

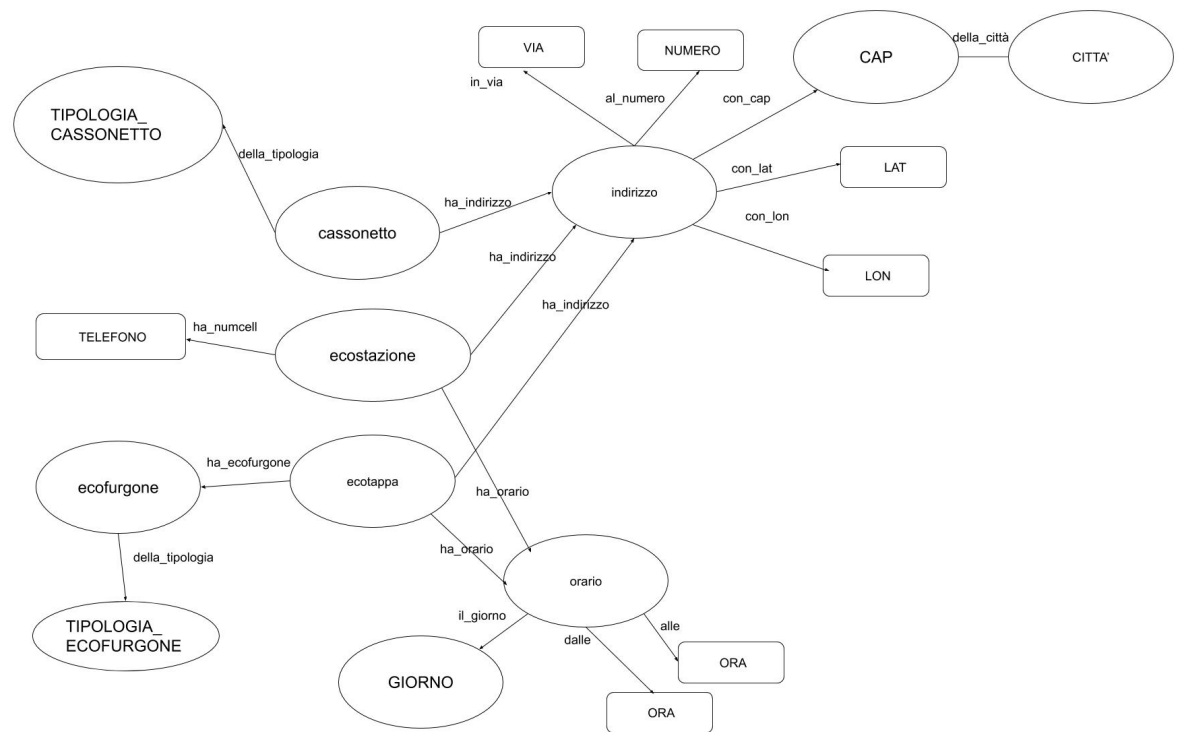


Figure 5: modello ontologia

6.2 Strumento di sviluppo



Figure 6:

Protégé è un framework Open Source scritto in Java per lo sviluppo di Ontologie mediante una interfaccia grafica.

Questo strumento di sviluppo è stato sviluppato dallo Stanford Centr for Biomedical Informatics Research ad the Stanford Univeristy School of Medicine.

6.3 ISTAT and DBpedia Integration

Il collegamento con le ontologie dell'ISTAT e DBpedia è stato effettuato mediante la città (comune di Firenze).

Grazie a queste due ontologie possiamo ottenere informazioni interessanti.

Come primo step sono stati individuati i comuni della provincia di Firenze tramite lo SPARQL endpoint dell'ISTAT.

Successivamente sono stati studiati alcuni valori censuari dell'ISTAT per questi comuni, in particolare il numero di residenti.

La query e i risultati sono riportati in 7

Per quanto riguarda Dbpedia collegando i vari comuni è possibile ottenere delle informazioni descrittive su questi.


```

PREFIX ter: <http://datiopen.istat.it/odi/ontologia/territorio/>
PREFIX cen: <http://datiopen.istat.it/odi/ontologia/censimento/>
SELECT ?Comune (sum(?pop) as ?count)
WHERE {
?prov ter:haNome "Firenze"@it .
?prov ter:haNome ?Provincia.
?com rdf:type ter:EntitaTerritoriale .
?com ter:haNome ?Comune .
?com ter:haCodIstat ?Codice_Istat_Comune .
?com ter:provincia_di_COM ?prov .
?com ter:haIndicatoreCensimento ?o .
?o cen:haPopolazioneResidente ?pop .
}GROUP BY ?Comune|

```

Figure 7:

Comune	count
"Dicomano" @it	"61777" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Pontassieve" @it	"222924" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Scarperia" @it	"84111" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Montespertoli" @it	"143433" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Pelago" @it	"81404" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Greve in Chianti" @it	"150641" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Certaldo" @it	"173183" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Cerreto Guidi" @it	"112600" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Rufina" @it	"80527" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Vinci" @it	"153270" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Firenze" @it	"3857062" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Calenzano" @it	"180902" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Barberino Val d'Elsa" @it	"47385" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Castelfiorentino" @it	"189392" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"San Casciano in Val di Pesa" @it	"182780" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Gambassi Terme" @it	"53606" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Bagno a Ripoli" @it	"274708" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Londa" @it	"19955" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Borgo San Lorenzo" @it	"193234" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Tavarnelle Val di Pesa" @it	"83755" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
"Impruneta" @it	"159059" ^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>

Figure 8:

6.4 ISPRA integration

I dati sulla raccolta differenziata riportati nel Catasto Rifiuti Nazionale dell'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale), non sono stati inseriti nella loro ontologia.

E' però disponibile un sistema di navigazione all'interno del loro sito per poter ottenere i dati inerenti alla raccolta differenziata con livello di dettaglio fino al livello comunale. Dopo una selezione della provincia di Firenze è possibile ottenere i dati inerenti ai singoli comuni 10.

Oltre ai dati scaricabili in formato csv il sito fornisce anche dei grafici interessanti sulla raccolta differenziata dei singoli comuni. Sono riportati i grafici del comune di Sesto Fiorentino nel grafico ??.



Figure 9:

Produzione nazionale » Produzione regionale » Produzione provinciale della regione Toscana » Produzione comunale della provincia di Firenze - Dati di sintesi, anno 2017

Dati di Sintesi		Dati di Dettaglio								
Comune		Popolazione	Istat	Data riferito a:	Raccolta differenziata (t)	Produzione rifiuti urbani (t)	Percentuale RD (%)	Pro capite RD (kg/ab.*anno)	Pro capite RU (kg/ab.*anno)	
IMPRUNETA		14.618	09048022	Comune	5.256,60	7.115,47	73,9%	359,6	486,8	
LASTRA A SIGNA		20.308	09048024	Comune	6.345,17	7.942,04	79,9%	312,4	391,1	
LONDA		1.895	09048025	Comune	709,65	806,54	87,9%	374,5	425,6	
MARRADI		3.062	09048026	Comune	645,20	1.781,82	36,2%	210,7	581,9	
MONTAIONE		3.638	09048027	Comune	1.957,53	2.315,74	84,5%	538,1	636,5	
MONTELUPO FIORENTINO		14.247	09048028	Comune	5.294,40	6.302,22	84,0%	371,6	442,4	
MONTESPERTOLI		13.497	09048030	Comune	4.558,27	5.623,71	81,0%	337,7	416,7	
PALAZZUOLO SUL SENIO		1.141	09048031	Comune	245,61	688,79	35,6%	215,3	603,7	
PELAGO		7.751	09048032	Comune	2.821,29	3.833,67	73,6%	364,0	494,6	
PONTASSIEVE		20.607	09048033	Comune	7.499,30	10.096,07	74,3%	363,9	489,9	
REGGELLO		16.543	09048035	Comune	6.398,74	10.055,62	63,6%	386,8	607,8	
RIGNANO SULL'ARNO		8.718	09048036	Comune	2.789,32	4.569,86	61,0%	319,9	524,2	
RUFINA		7.266	09048037	Comune	2.784,72	3.199,25	87,0%	383,3	440,3	
SAN CASCIANO IN VAL DI PESA		17.171	09048038	Comune	6.328,03	8.494,75	74,5%	366,5	494,7	
SAN GODENZO		1.129	09048039	Comune	423,97	718,94	58,9%	375,5	636,8	
SCANDICCI		50.645	09048041	Comune	14.990,69	27.611,05	54,3%	296,0	545,2	
SESTO FIORENTINO		49.091	09048043	Comune	26.972,77	42.642,91	63,3%	549,4	868,7	
SIGNA		18.901	09048044	Comune	5.205,94	11.062,85	47,1%	275,4	585,3	

Figure 10:

7 Possibili interrogazioni

In questa sezione sono presentate delle interrogazioni di esempio che possono essere effettuate sull'ontologia.

- La prima permette di identificare tramite l'uri della città di Firenze dell'ISTAT delle informazioni sulle ecostazioni presenti nella città. Come esempio sono state calcolate il numero delle ecostazioni, e presa una di esempio, il telefono e la tipologia di rifiuti che può raccogliere.
- La seconda connette, sempre a partire dalla uri della città di Firenze dell'ISTAT delle informazioni per quanto riguarda il numero della popolazione residente di Firenze dall'Ontologia di questa e da DBpedia il numero della popolazione totale di Firenze.

```
SELECT      ?istatfirenze ?firenze ?tel ?punti_raccolta (count(distinct ?punti_raccolta) as ?count) ?ecostazioneviabibbiena ?rifiuti
WHERE{
#####
### Selecting Firenze ###
#####

#get istat firenze
?istatfirenze a owl:NamedIndividual.
?istatfirenze rdfs:label "istat_firenze"@it.

#connect with firenze individual of my ontology
?istatfirenze owl:sameAs ?firenze.
?firenze rdfs:label "firenze"@it.

#####
### Firenze punti raccolta ###
#####

?firenze ont:ha_punti_di_raccolta ?punti_raccolta.

#####
### ecostation info example ###
#####

?ecostazioneviabibbiena rdfs:label "ecostazione_firenze_via_bibbiena_13"@it .
?ecostazioneviabibbiena ont:raccoglie ?rifiuti.
?ecostazioneviabibbiena ont:ha_numero_telefono ?tel .

}GROUP BY ?istatfirenze ?firenze ?firenzedbmedia ?punti_raccolta ?c ?pop ?ecostazioneviabibbiena ?tel ?rifiuti
```

Figure 11:

```

|SELECT  distinct  ?istatfirenze ?firenze  ?firenzedbpedia ?c ?pop

WHERE{

#####
### Selecting Firenze ###
#####

#get istat firenze
?istatfirenze  a owl:NamedIndividual.
?istatfirenze rdfs:label "istat_firenze"@it.

#connect with dbpedia firenze
?istatfirenze owl:sameAs ?firenzedbpedia.
?firenzedbpedia rdfs:label "dbpedia_firenze"@it.

#####
### info istat example ###
#####

?istatfirenze ter:haIndicatoreCensimento ?o.
?o cen:haPopolazioneResidente ?pop.

#####
### info dbpedia example ###
#####

?firenzedbpedia dbo:populationTotal ?c.

}

```

Figure 12:

8 Conclusioni e Possibili Sviluppi Futuri

L'ontologia sviluppata per il dominio degli ecocentri per la raccolta differenziata nel territorio della città metropolitana di Firenze è uno strumento che può essere utilizzato per lo sviluppo di sistemi informatici in quest'ambito con particolari vantaggi. Infatti uno degli obiettivi e una delle motivazioni che hanno portato allo sviluppo di questo progetto era di uniformare, normalizzare i concetti di questo dominio per uno sviluppo consistente di applicazioni in questo settore.

Durante lo sviluppo sono sorte numerose opportunità e possibilità. Purtroppo non è stato possibile includere le informazioni sulla raccolta differenziata derivabili dall'ontologia dell'ISPRA perchè non sono state ancora aggiunte a questa, ma che costituiscono una futura possibilità di sviluppo.

Per completare lo scenario degli sviluppi futuri troviamo, oltre alla pubblicazione di questa, anche l'inserimento di tutte le informazioni in possesso dal sito dell'Alia, in particolare l'inserimento di tutti gli individui appartenenti alle categorie dei rifiuti come riportate nel "Dizionario dei Rifiuti".