

**POLITECNICO DI MILANO**

Facoltà di Ingegneria Sistemi

Corso di Laurea in

Ingegneria Gestionale



**UN CRUSCOTTO PER LA SMART CITY**

**Strumento di supporto alle decisioni per le  
amministrazioni comunali**

Relatore: Prof. Alberto COLORNI

Correlatore: Federico Giacomo Francesco LIA

Tesi di Laurea di:

Marco BASSAN Matr. 787472

Anno Accademico 2013 - 2014

## ***Abstract***

La trasformazione delle città in Smart City è un trend che sta sempre più attirando l'interesse dei cittadini e degli amministratori in tutto il mondo. Parlare di Smart City può voler dire molte cose ma prima di tutto significa rivoluzionare il modo in cui si affrontano certe tematiche cittadine sia da parte del cittadino sia da parte dell'amministrazione. È un cambio di paradigma che vede il passaggio da una città statica e passiva ad una città con cui il cittadino interagisce attraverso la tecnologia e attraverso cui semplifica la sua vita e cerca di avere comportamenti sostenibili. Le amministrazioni comunali in questa situazione possono: o adattarsi o essere proattive nel processo di cambiamento facendo leva sui processi decisionali che caratterizzano le loro attività.

La vastità del numero di applicazioni e progetti riconducibili al tema ha creato molta confusione in passato quando si trattava di standardizzare il linguaggio e le tematiche. Dal punto di vista teorico in questi anni si sta assistendo a una progressiva unione delle frammentate visioni e definizioni che si possono attribuire al concetto di Smart City.

Mentre la comunità scientifica e il mondo dell'innovazione stanno andando nella direzione in cui si unificano la visione, in questa tesi si vuole proporre uno strumento che fornisca una visione unificata della città e che sia di supporto alle decisioni per le amministrazioni. Lo strumento proposto che permette di osservare la città in tutti i suoi aspetti e sotto l'unico punto di vista della Smartness, è un Cruscotto per la Smart City. Uno strumento in grado di monitorare i principali indicatori e di fare simulazioni per prevederne l'andamento futuro.

Prima di introdurre il Cruscotto viene proposta un'analisi degli strumenti a disposizione dell'amministrazione: le classifiche e gli indicatori, presentando dei modelli per trattarli ed elaborarli. Vengono quindi definite le linee guida per la progettazione, l'aggiornamento e l'utilizzo del Cruscotto ed è delineata la procedura per definire gli algoritmi di simulazione grazie a cui sarà possibile

predire la variazione di alcuni KPI (Key Performance Indicator), in funzione dell'implementazione di alcune azioni da parte dell'amministrazione. Infine viene affrontato il tema della rappresentazione dei risultati: viene definito il design della piattaforma di comunicazione che ospiterà il Cruscotto, e viene progettata la struttura dei documenti di reportistica, che possono essere di due tipi: di rappresentazione dei risultati delle analisi svolte o di visualizzazione degli indicatori e degli indici di sintesi.

## *Abstract*

The transformation of the city into Smart City is a trend that is increasingly attracting the interest of the citizens and administrators all over the world. Talk about Smart City can mean many things, but first of all it means to revolutionize the way in which the citizen and the administration deal with the typical issues of the city. It is a paradigm shift that sees the transition from a static and passive city to a city with which citizens interact through technology. Through this new city the citizens simplify their life and try to have sustainable behaviors. The city government in this situation can either adapt or be proactive in the change process by focusing on decision-making processes that characterize their activities. The vastness of the number of applications and projects linked to the issue has created a lot of confusion in the past when it came to standardize the language and themes about Smart City. From the theoretical point of view in recent years we are witnessing a gradual union of the fragmented visions and definitions about the concept of Smart City.

In this thesis is proposed a support tool for those who actually contribute in a practical way in this process of transformation: the city government. The proposed is a dashboard for the Smart City. A tool able to monitor key indicators and do simulations to predict the future trend. Before introducing the dashboard is proposed an analysis about the tools available to the administration of the city: the index and indicators, presenting models to treat and process them. Are then defined guidelines for the design, renovation and use of the dashboard, and outlined the procedure for defining simulation algorithms which will be able to predict the variation of some Key Performance Indicators, as a function of the implementation of certain actions by the administration. Finally, it is dealt with the issue of the representation of the results: is defined the design of the communication platform that will host the Dashboard, and the structure of report, which can be of two types: representation of the results of the analysis or display indicators and indices of synthesis.

## ***Indice Generale***

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CONTESTO SFIDE E OPPORTUNITÀ NEL PROCESSO DI URBANIZZAZIONE .....</b>	<b>15</b>
2.1	DEFINIZIONI.....	18
2.2	STRATEGIE PER PROGETTARE UNA SMART CITY.....	21
2.3	ABILITATORI DELLA “SMARTNESS” .....	25
2.4	COME SI DESCRIVE UNA SMART CITY - FORMALIZZAZIONE GERARCHICA .....	27
2.5	AREE TEMATICHE.....	28
<b>3</b>	<b>STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: ANALISI DELLE PRINCIPALI CLASSIFICHE.....</b>	<b>31</b>
3.1	RANKING OF EUROPEAN MEDIUM-SIZED CITIES.....	33
3.2	BETWEEN .....	36
3.3	FORUM PA.....	38
3.4	CONFRONTO TRA LE CLASSIFICHE .....	40
3.4.1	<i>Confronto tra le standardizzazioni</i> .....	41
<b>4</b>	<b>STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: MODELLI PER TRATTARE GLI INDICATORI..</b>	<b>42</b>
4.1	LOGICA FUZZY .....	43
4.1.1	<i>Metodologia</i> .....	45
4.1.2	<i>Esempio: Ecosistema Urbano</i> .....	50
4.1.3	<i>Modello Safe</i> .....	58

4.2	SELF ORGANIZATION MAPS .....	61
4.2.1	<i>Algoritmo</i> .....	63
4.3	SUBJECTIVE WELL BEING DATA .....	67
4.3.1	<i>Metodologie</i> .....	69
<b>5</b>	<b>STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: ANALISI CRUSCOTTI ESISTENTI .....</b>	<b>72</b>
5.1	CRUSCOTTO BASIC .....	73
5.1.1	<i>Londra</i> .....	73
5.2	CRUSCOTTO SOSTENIBILITÀ.....	76
5.2.1	<i>Surrey</i> .....	76
5.2.2	<i>Salt Lake City</i> .....	79
5.2.3	<i>IcityLAB</i> .....	81
5.3	CRUSCOTTO SMART .....	84
5.3.1	<i>Torino</i> .....	84
<b>6</b>	<b>CRUSCOTTO PER LA SMART CITY.....</b>	<b>93</b>
6.1	DEFINIZIONE.....	95
6.2	PROGETTAZIONE, AGGIORNAMENTO E UTILIZZO DEL CRUSCOTTO.....	96
6.3	STRUTTURA LOGICA DEL CRUSCOTTO .....	99
6.4	ARCHITETTURA DEL CRUSCOTTO .....	101
6.5	PROCESSI DI SELEZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	104
6.5.1	<i>Raccolta dati: selezione indicatori</i> .....	105

6.5.2	<i>Raccolta dati: selezione KPI</i> .....	111
6.5.3	<i>Analisi delle relazioni indicatore-indicatore</i> .....	112
6.5.4	<i>Raccolta dati: selezione azioni</i> .....	123
6.5.5	<i>Analisi delle relazioni Azione-KPI</i> .....	131
6.5.6	<i>Analisi delle relazioni azione-azione: principio di sovrapposizione</i> .....	136
<b>7</b>	<b>RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI</b> .....	<b>138</b>
7.1	REPORTISTICA .....	138
7.1.1	<i>Mappe di dati georeferenziati</i> .....	145
7.2	SIMULAZIONE .....	151
7.2.1	<i>Esempio: Emissione CO2 sito web, algoritmo e report</i> .....	154
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>161</b>

## *Elenco delle Figure*

Figura 1 - Popolazione urbana nelle maggiori aree geografiche (Nazioni unite) ..	15
Figura 2 - Connected Boulevard Nizza: architettura .....	23
Figura 4 - Componenti fondamentali della Smart City .....	25
Figura 6 - Gerarchia per la classificazione.....	27
Figura 7 - Aree Tematiche Smart City .....	28
Figura 8 – Aree Tematiche “Ranking of European Medium Sized Cities” .....	33
Figura 9 - Tassonomia “Ranking of European Medium Sized Cities” .....	34
Figura 10 - Aree Tematiche Between .....	36
Figura 11 - Aree Tematiche ICityRate.....	38
Figura 12 - Funzione di Appartenenza, indicatori e Aree Tematiche.....	45
Figura 13 – Funzione di Appartenenza di un peso Fuzzy .....	49
Figura 14 - Processo di elaborazione dei dati .....	59
Figura 15 - Funzione di eccitamento dei neuroni in base alla distanza .....	61
Figura 16 - Rete neurale.....	62
Figura 17 - Tassonomia Global Power Index 2011 .....	64
Figura 18 - Posizionamento 2009 .....	65
Figura 19 - Posizionamento 2010 .....	66



Figura 20 - Evoluzione del GPCI dal 2009 al 2010.....	66
Figura 21 - Tipologie di cruscotti esistenti .....	72
Figura 22 - Visione a griglia Cruscotto Londra .....	75
Figura 23 - Visione a mappa Cruscotto Londra.....	75
Figura 24 - Cruscotto Surrey tematica trasporti: Modalità di viaggio a lavoro .....	77
Figura 25 - Cruscotto Surrey tematica trasporti - Mappa sostenibilità.....	78
Figura 26 - Cruscotto Salt Lake City tematica trasporti: Car Share .....	79
Figura 27 - Cruscotto Salt Lake City tematica trasporti: mappa Car Share.....	80
Figura 28 - Piattaforma ICityLab.....	83
Figura 29 - Cruscotto Torino creazione indici .....	86
Figura 30 - Cruscotto Torino contesti .....	87
Figura 31 - Cruscotto Torino "Area Governo" .....	88
Figura 32 - Cruscotto Torino "Area Percezione e Rappresentazione" .....	88
Figura 33 - Cruscotto Torino: rappresentazione risultati/1 .....	90
Figura 34 - Cruscotto Torino: rappresentazione risultati/2.....	90
Figura 35 - Cruscotto Torino: Piattaforma di integrazione e georeferenziazione..	91
Figura 36 - Processo di utilizzo del Cruscotto .....	96
Figura 37 - Struttura del Cruscotto .....	100

Figura 38 - Architettura informatica del Cruscotto.....	102
Figura 39 - Tassonomia indicatori .....	110
Figura 40 - Balanced Scorecard amministrazione .....	125
Figura 41 - Piattaforma di comunicazione (website).....	128
Figura 42 - Serie Storiche (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio) .....	139
Figura 43 - Diagramma a barre (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio).....	140
Figura 44 - Diagramma a barre con soglia obiettivo .....	140
Figura 45 - Diagramma a barre con obiettivo .....	141
Figura 46 - Grafico a torta (Between).....	141
Figura 47 - Grafico Radar/1 (Between) .....	142
Figura 48 - Diagramma a barre: confronto tra città (Between).....	142
Figura 49 - Grafico Radar/2 (Between) .....	143
Figura 50 - Report: rappresentazione risultati.....	144
Figura 51 - Tassonomia Mappe .....	145
Figura 52 - Mappa Pleens .....	146
Figura 53 - Mappa Public Transport Accessibility Level (CASA).....	147
Figura 54 - Mappa TrafficOrigins.....	148
Figura 55 - Aggregazione dei dati nel tempo.....	148

Figura 56 - Mappa Dust .....	149
Figura 57 - Schermata Cruscotto (website).....	151
Figura 58 - Schermata Cruscotto Azione .....	152
Figura 59 - Schermata Cruscotto Obiettivo .....	154
Figura 60 - Schermata Cruscotto Obiettivo (Caso Emissione CO2) .....	155
Figura 61 - Report: Simulazione.....	160

### ***Elenco delle Tabelle***

Tabella 1 – Approcci strategici all’implementazione della Smart City .....	21
Tabella 2 - Fattori “Smart Mobility Ranking of European Medium Sized Cities” 34	
Tabella 3 - Aree Tematiche “Ranking of European Medium Sized Cities” .....	44
Tabella 4 - Peso delle Aree Tematiche .....	51
Tabelle 5 - Pesi degli indicatori rispetto alle Aree Tematiche .....	52
Tabella 6 - Media dei pesi delle Aree Tematiche .....	52
Tabella 7 - Media dei pesi degli indicatori per ogni area tematica.....	53
Tabella 8 - Componenti dei pesi .....	54
Tabella 9 - Pesi defuzzificati e normalizzati .....	54
Tabella 10 - Valori degli indicatori/1.....	55

Tabella 11 - Valore degli indicatori/2 .....	55
Tabella 12 - valori normalizzati(1-100)/1 .....	56
Tabella 13 - Valori normalizzati (1-100)/2 .....	56
Tabella 14 - Pesi Fuzzy degli indicatori riportati a somma 1 .....	57
Tabella 15 - Posizionamento delle città .....	57
Tabella 16 - Matrice M1: Indicatore Indicatore .....	118
Tabella 17 - Confronti a coppie .....	122
Tabella 18 - Matrice M2: Azione indicatore .....	132
Tabella 19 - Matrice M3: Azione Azione .....	137

# 1 INTRODUZIONE

*D'una città non godi le sette o le settantasette meraviglie, ma la risposta che dà a una tua domanda.*

*(Italo Calvino, Le città Invisibili, 1972)*

La Smart City è uno dei temi più attuali e di interesse, in grado sia di attirare l'attenzione dei circoli scientifici sia di coinvolgere direttamente l'opinione pubblica e il cittadino. Questo perchè la della Smart City può essere affrontata sotto molti punti di vista. La città è la massima espressione della storia dell'uomo e in essa sono racchiuse tutte le tematiche e le arti che l'umanità ha sviluppato e approfondito. Parlare di città significa parlare di urbanistica e architettura, di sviluppo tecnologico e sociale, di energia e fabbisogni. Ogni passo nell'evoluzione di una città nasce dalle esigenze dei vari attori che la popolano e che nutrono interessi in essa.

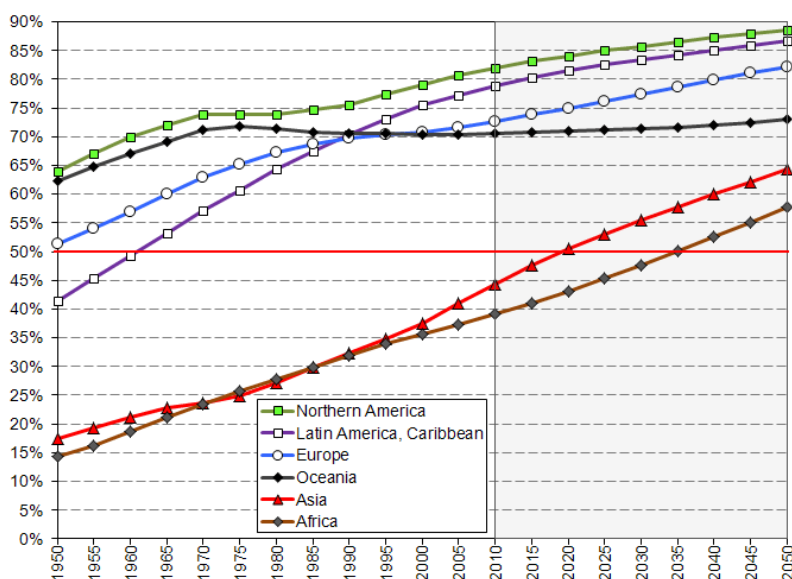
È da queste considerazioni che nasce l'idea di affrontare il tema della Smart City sotto un punto di vista che raccolga tutti questi temi e che abbia una visione proiettata in avanti verso il futuro. Il Cruscotto per le Smart City che verrà ideato e progettato in questa tesi, è lo strumento in grado di racchiudere tutte le informazioni sul passato della città, di fare previsioni sul futuro e di essere trasversale a tutte le tematiche principali. Uno strumento ad uso di tutti gli attori della città e dei suoi amministratori che consenta di monitorarne l'evoluzione e di programmare interventi mirati volti a rispondere a tutte le esigenze di chi vive la città quotidianamente.

Grazie al cruscotto, ogni area tematica di rilievo potrà essere analizzata e monitorata sotto diversi aspetti. Si potranno così progettare le modifiche necessarie per rispondere ai fabbisogni dei vari attori. Questo strumento sfrutta un'ampia base di dati presente sul territorio italiano, detenuta da vari enti pubblici e privati, che

consentono di monitorare analiticamente i principali aspetti della vita della città e dei cittadini. Il percorso di questa trattazione porterà il lettore a conoscere gli strumenti di monitoraggio per eccellenza: le classifiche delle Smart City, e le loro componenti: gli indicatori. Infine saranno approfondite alcune metodologie di manipolazione e rappresentazione degli indicatori, i quali saranno l'input principale per la parte originale di questa trattazione: il Cruscotto.

## 2 CONTESTO SFIDE E OPPORTUNITÀ NEL PROCESSO DI URBANIZZAZIONE

L'urbanizzazione è un trend che caratterizza il mondo intero dal 1950. Oggi le città sono il 2% della superficie del pianeta e secondo le stime delle Nazioni Unite (Desa 2010) sono responsabili del consumo del 75% dell'energia prodotta a livello mondiale, ed emettono circa l'80% dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera (Ratti 2011). A questi dati va aggiunto il trend che vede una crescita urbana senza precedenti, sempre secondo le proiezioni della Population Division delle Nazioni Unite nel 2050 i 70% della popolazione mondiale che vivrà nelle città. In Europa la popolazione urbana crescerà del 10% (da 72.7% a 82,7%) con 60 milioni di persone che si sposteranno verso le città. Considerando il fenomeno in Italia l'afflusso sarà di 6 milioni di persone che si sposteranno verso le città (Heilig 2012).



**Figura 1 - Popolazione urbana nelle maggiori aree geografiche (Nazioni unite)**

Queste informazioni lette in un mondo caratterizzato da risorse limitate e scarse, sono molto preoccupanti, soprattutto se si considera, l'insostenibilità del consumo energetico, la poca regolamentazione della crescita delle città, e le stime di crescita

della popolazione mondiale che potrebbe passare nel 2050 dagli odierni 7 miliardi a quasi 11 miliardi (Nation 2004).

Questa è la lettura sintetica di una triplice crisi ambientale, sociale ed economica, ma allo stesso tempo rappresenta anche una grande occasione per il cambiamento e l'innovazione. La città da sempre ha rappresentato il centro della circolazione delle idee e dell'innovazione (Johnson 2011), attraverso le opportunità date dall'incontro delle persone, gli stimoli economici, la creatività e l'alta produttività le città hanno la possibilità di influenzare in modo positivo il futuro dell'umanità (Guittat 2011) e "intervenendo sulle loro infrastrutture si avranno benefici per l'intero pianeta" (Ratti 2011).

L'Agenda Politica di Barack Obama, il Green New Deal, e il rapporto Stern, commissionato dal Governo Inglese, identificano la città come "motore di una nuova economia", quella Green Economy imperniata sui cardini della sostenibilità, che permetterà di uscire dall'odierna situazione di crisi (Mancini 2008).

Le conseguenze di questa naturale evoluzione sono, incontrollabile, La sfida principale consiste nel capire quale sarà il modello della città del futuro, bisogna ripensare le città come il centro della crescita economica, tenendo in considerazione la necessità di rispettare l'ambiente. I trend evidenziati richiedono soluzioni e strategie per direzionare questi fenomeni di crescita, e per sfruttarne al massimo le potenzialità. Le diverse strategie attuabili sono tutte combinazioni di tre fattori principali la regolamentazione legislativa, gli investimenti in infrastrutture e la gestione dell'energia, che rappresentano le principali leve per la gestione della qualità della vita e dell'ambiente. Lo sviluppo di questi tre fattori è figlio dell'innovazione i cui principali attori, nel contesto cittadino sono: governo, impresa e università (Leydesdorff 2000). Questo modello denominato Tripla Elica vede questi tre attori come elementi chiave del sistema innovativo. Il modello prevede tre fasi nel momento iniziale, in cui viene concepita un'idea governo e università interagiscono tra loro, successivamente l'università collabora con le imprese per trasferire la tecnologia, e infine la commercializzazione vede lo



sforzo congiunto tra impresa e governo. Da questo modello nascono alcuni ragionamenti, uno fra tutti l'assenza del cittadino nel modello, e la tecnologia è la chiave di volta per definire un nuovo modello che tenga in considerazione anche il coinvolgimento del cittadino. (Ratti & Townsend 2011). I tre attori del modello originario per includere questi ragionamenti devono essere integrati con la tecnologia e l'Open Innovation, il nuovo e rivoluzionario approccio all'innovazione reso possibile attraverso la nascita dei Living Labs (Cosgrave et al. 2013). La tecnologia ICT in particolare, è considerata la leva strategica nell'ottenimento di un alto livello di sostenibilità e qualità della vita (Ferro, Caroleo, Leo & Osella 2013), che nella pratica rappresentano le due principali sfide per il futuro: il rispetto per i cittadini e per la Terra.

## 2.1 DEFINIZIONI

Il concetto di Smart City, nasce automatico da queste premesse, e può essere pensato come “l’aggregazione di soluzioni urbane per supportare uno sviluppo economico sostenibile” (Hollands 2008). Tuttavia questa definizione non tiene conto di quali componenti concorrono a formare una Smart City, questo perché è difficile includere in un’unica frase tutti gli aspetti rilevanti, per questo non esiste una definizione univoca di Smart City

### DEFINIZIONI DI SMART CITY

Una città ben performante in modo lungimirante in economia, persone, governance, mobilità, ambiente, e vivibilità, costruita sulla combinazione smart di dotazioni e attività di cittadini indipendenti consapevoli e auto-determinati. Esecuzione in modo lungimirante che considera questioni come la consapevolezza la flessibilità la trasformabilità le sinergie, l’individualità, l’auto determinazione e il comportamento strategico

(Science & Studies 2007a)

---

Una città che monitora e integra condizioni di tutte le sue infrastrutture critiche, incluse strade, ponti, tunnel, rotaie, metro, aeroporti, porti, comunicazioni, acqua, energia, e anche i principali edifici, può meglio ottimizzare le proprie risorse, programmare le proprie attività di manutenzione preventiva, e monitorare gli aspetti della sicurezza mentre vengono massimizzati i servizi ai cittadini.

(Hall et al. 2000)

---

---

Una città che collega le infrastrutture fisiche, le infrastrutture IT, le infrastrutture sociali e le infrastrutture di business per sfruttare l'intelligenza collettiva della città. Una città interconnessa e intelligente, e la strumentazione permette di catturare e integrare dati dal mondo in tempo reale attraverso l'uso di sensori, chioschi contatori, dispositivi personali, elettrodomestici, macchine fotografiche, smartphone, dispositivi medici impiantati, il web e altri sistemi di acquisizione, comprese le reti social come reti di sensori umani.

(Harrison et al. 2010)

---

Una città che aspira ad essere più "smart" (più efficiente, sostenibile, equa e vivibile)

(Natural Resources Defense Council 2013)

---

Una città che combina tecnologie ICT e Web 2.0 con altre organizzazioni, progetta e pianifica sforzi per dematerializzare e velocizzare i processi burocratici e aiuta a identificare soluzioni nuove e innovative per la gestione della complessità della città, al fine di migliorare la sostenibilità e la vivibilità

(Toppeta 2010)

---

L'utilizzo di tecnologie smart computing per costruire le componenti infrastrutturali critiche e i servizi della città (che include l'amministrazione cittadina, educazione, sanità, sicurezza pubblica, beni immobili, i trasporti e i servizi) più intelligenti, interconnesse e efficienti."

(Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N. M., & Nelson 2010)

---

Una città che dà ispirazione, condivide cultura, conoscenza, motivazioni e vita ai suoi cittadini per creare e far fiorire le proprie vite

(Rios 2008)

---

Il motivo di tanta frammentazione nel definire il concetto di Smart City è dovuto al fatto che la nascita del concetto Smart City sia avvenuta contemporaneamente in diversi momenti e settori. Dalle definizioni selezionate emerge un disegno generale in cui i punti chiave sono l'infrastruttura tecnologica, condizione necessaria e abilitante per lo sviluppo di qualsiasi progetto, la gestione di grandi quantità di dati, il coinvolgimento della comunità urbana, il miglioramento della qualità della vita e la sostenibilità. Tutto questo inteso come un tutto organico una rete e un sistema connessi (Chourabi et al. 2012). Il fine ultimo quindi non è la mera digitalizzazione, che rappresenta uno strumento ma il miglioramento della qualità di vita dei cittadini e il garantire una crescita economica, ma l'integrazione di questi diversi aspetti.

La nuova intelligenza della città risiede nella sempre più efficace combinazione di reti digitali di telecomunicazioni (i nervi) nell'intelligenza incorporata onnipresente (cervello) nei sensori e nei tag (gli organi sensoriali) e nei software (le conoscenze e le competenze cognitive). Questa concezione di città come apparato umano che monitora se stessa e che si auto risponde (Nam & Pardo 2011a) non può prescindere da una comunità preparata e organizzata "che partecipi in modo attivo alla trasformazione del proprio territorio" (Cassa Deposito e Prestiti 2013). Se le soluzioni tecnologiche non sono integrate nella vita quotidiana dei cittadini risultano poco utile. È quindi necessario considerare le specificità locali nel costruire soluzioni e coinvolgere la popolazione. L'infrastruttura è ciò che abilita la nascita della Smart City perché permette di raccogliere dati e informazioni intangibili che una città produce in tempo reale e di collegarli con il suo tessuto urbano, e permette ai cittadini di prendere decisioni in modo più efficiente (Ratti, 2011). La popolazione deve essere messa in condizione di utilizzare la conoscenza attraverso lo strumento della tecnologia, e questa infrastruttura che abilita la tecnologia deve essere sviluppata partendo dalla pianificazione intelligente che è il risultato di due approcci strategici illustrati nel paragrafo seguente.

## 2.2 STRATEGIE PER PROGETTARE UNA SMART CITY

La strategia che una città può perseguire per intraprendere la strada verso la “*smartness*” può essere di vario tipo. La situazione ideale vede l’amministrazione che fa da raccordo tra tutti i progetti sviluppati sul territorio e che fornisce una direzione e una visione chiara a tutti gli attori, incentivando le iniziative pubbliche e private in grado di spingere la città verso la “*smartness*”. Questa situazione ideale si posiziona nel mezzo tra due approcci limiti definiti come Top Down e Bottom Up (Thornbush et al. 2013; Neirotti et al. 2014). Il primo prevede che l’amministrazione sia l’attore principale che dia avvio a progetti in maniera verticale, definendo una strategia d’insieme in grado di comprendere tutti gli aspetti della città che dovrebbero essere coinvolti nella trasformazione. Nel secondo approccio singoli attori, che siano privati o assessori lungimiranti, danno vita a progetti seguendo le necessità più impellenti. Nel lungo termine l’insieme di questi progetti dovrebbe portare la città alla trasformazione:

Top Down	Bottom Up
	
<input type="checkbox"/> Pensato dal sindaco o dal city manager	<input type="checkbox"/> I singoli progetti sono ideati tipicamente dagli assessori
<input type="checkbox"/> Caratterizzato da una visione strategica d’insieme	<input type="checkbox"/> I progetti nascono in risposta a problemi reali
<input type="checkbox"/> Prevede una strategia a lungo termine che si declina nei vari progetti	<input type="checkbox"/> I progetti sono pensati per un’implementazione nel breve termine
<input checked="" type="checkbox"/> Necessità di leggere attentamente i bisogni del territorio	<input checked="" type="checkbox"/> Difficoltà nel raggiungere la massa critica per progetti di grandi dimensioni
<input checked="" type="checkbox"/> Gli imprevisti durante i lunghi tempi di attuazione e i cambiamenti di scenario possono compromettere la completa realizzazione	<input checked="" type="checkbox"/> Non necessariamente i progetti portano alla trasformazione della città in Smart a causa della difficile integrazione

**Tabella 1 – Approcci strategici all’implementazione della Smart City**

(in bianco i vantaggi in *rosso* le criticità)

Nel caso di un approccio **Top Down** i singoli progetti sono la declinazione di una visione strategica d'insieme, che permette di creare interazione, di far sì che i progetti generino sinergie. I grandi investimenti che l'amministrazione è in grado di sostenere sono una spinta alla realizzazione di idee e sistemi complessi che difficilmente sarebbe possibile portare a termine singolarmente dai privati.

***Best Case: Connected Boulevard di Nizza***

A Nizza è stato avviato un progetto per sviluppare una “Piattaforma per l'Internet delle Cose” per integrare, device e sensori installati nel suolo, nei rifiuti e nei lampioni, in una infrastruttura di rete che i dati dalla città (Cisco Wi-Fi network). Le informazioni sono inviate tramite i Gateway, installati sui lampioni, ad un datawarehouse del cruscotto di monitoraggio.

L'architettura è strutturata su 4 livelli:

1. Sensori di rilevamento del territorio, dispositivi di rete e mobile devices (smartphone, tablet o computer) connessi con una rete wireless mesh<sup>1</sup>
2. Immissione dei dati, elaborazione, archiviazione e analisi nei punti di distribuzione in tutta la città (Cisco Connected Mobile Experiences)  
Collezione centralizzata dei dati, elaborazione, archiviazione
3. Interfaccia integrata e aperta di programmazione di app (APIs) per creare servizi e applicazioni utilizzando i dati
4. Nuove ed innovative applicazioni e servizi che sono sviluppate per l'amministrazione i cittadini e il business

---

<sup>1</sup>Una rete di comunicazione costituita da nodi radiofonici organizzati in una topologia di rete

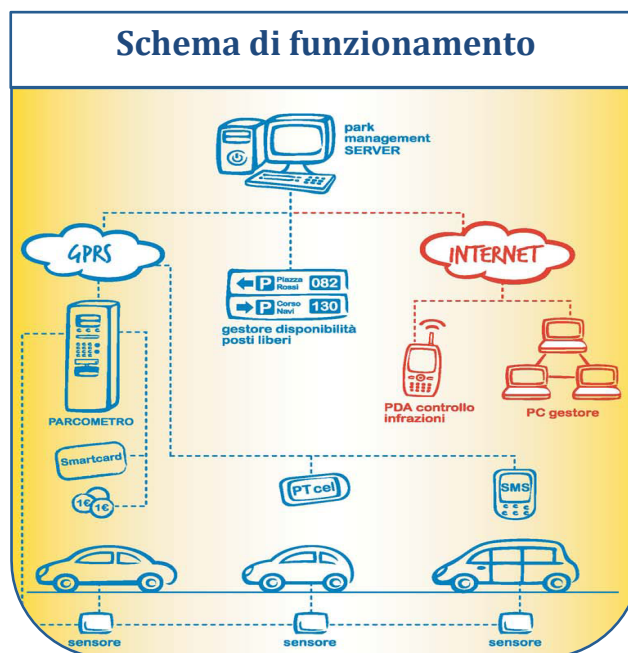


3. L'app può avere un servizio di avviso scadenza del pagamento

Nonostante l'evidente utilità della soluzione offerta, risulta chiaro che una strategia mista sarebbe in grado di offrire un servizio più completo ed integrato in cui i progetti previsti dall'amministrazione nascano da esigenze del territorio e facciano da piattaforma di base per lo sviluppo di progetti più piccoli da parte dei privati.

**Best Case: Smart Parking System Treviso**

L'amministrazione ha commissionato l'ammodernamento della sosta a pagamento a Treviso, facendo installare dei sensori nel terreno in grado di verificare lo stato di occupazione dello stallone creando così una piattaforma sia di strutture fisiche sia di dati per creare App più efficienti in grado non solo di pagare la sosta ma anche di ricercare il parcheggio libero più vicino.



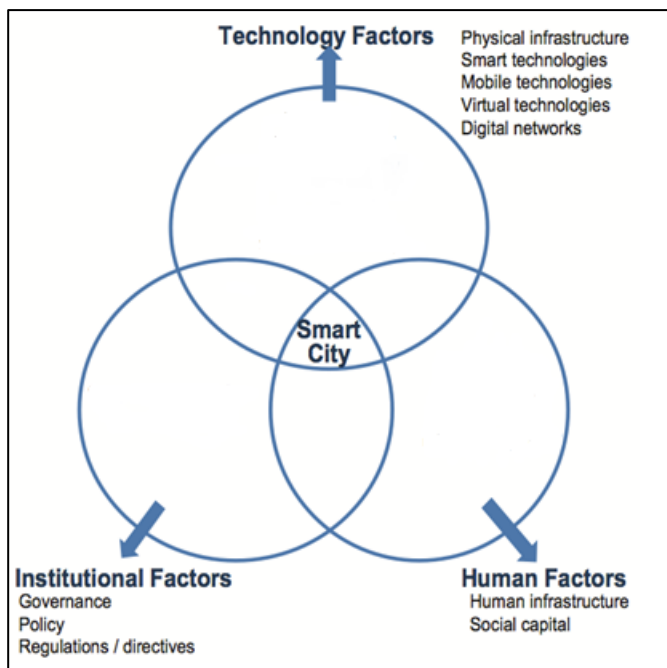
**Figura 3 -Smart Parking Treviso: schema di funzionamento**



### 2.3 ABILITATORI DELLA “SMARTNESS”

Qualsiasi definizione di Smart City si voglia utilizzare tre fattori dovranno essere sempre identificati se si vuole studiare e capire la Smart City (Nam & Pardo 2011b). Le tre dimensioni attraverso e verso la quale si sviluppa la città per trasformarsi in Smart sono:

1. Fattori tecnologico
2. Fattori istituzionali
3. Fattori umani

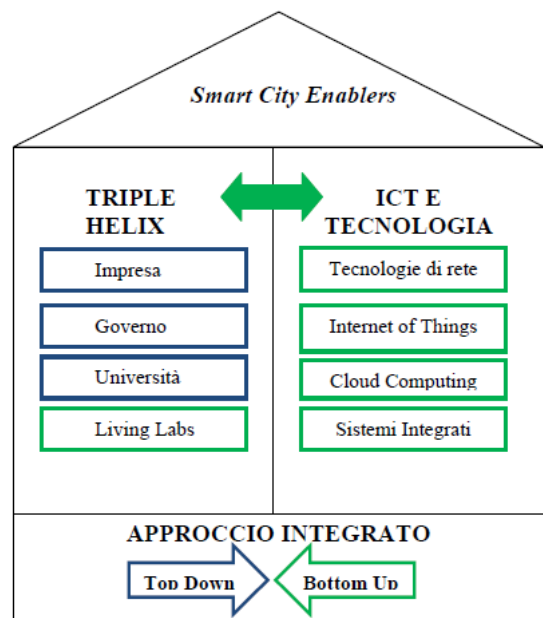


**Figura 4 - Componenti fondamentali della Smart City**

Queste dimensioni partecipano congiuntamente al processo di trasformazione: la tecnologia intesa come infrastrutture hardware e software è l’abilitatore necessario per qualsiasi tipo di progetto si voglia implementare; il fattore umano che comprende la creatività la diversità e l’educazione è il motore necessario per l’innovazione e per definire gli stimoli e le necessità; infine il fattore istituzionale nella sua capacità di emanare leggi e amministrare la città, regola e incentiva lo sviluppo.

“La Smart City è una proiezione astratta di comunità del futuro, un perimetro applicativo e concettuale definito da un insieme di bisogni che trovano risposte in tecnologie, servizi e applicazioni”. In questa definizione (Cassa Deposito e Prestiti, 2013) si trova tutta la forza utopica necessaria per raggiungere l’idea di una città che seppur gigantesca sia a misura d’uomo. Le tecnologie consentono a questa idea di proliferare nel pensiero collettivo seppur “ non costituiscono di per sé né singolarmente né collettivamente una Smart City, se non vengono integrate in una piattaforma che assicuri interoperabilità e coordinamento”

Si può ipotizzare un modello che includa tutti i fattori determinanti per la nascita di una Smart City (Politecnico di Milano 2012) in cui ritroviamo il modello a tripla elica che viene integrato con i living labs (Cosgrave et al. 2013)<sup>2</sup>. Affiancato al modello della tripla elica si trovano i fattori tecnologici con l’infrastruttura e l’ict. L’approccio integrato prevede, inoltre, la combinazione di strategie Top Down e Bottom Up per far crescere e sviluppare la città coerentemente con le esigenze della popolazione e la visione dell’amministrazione.



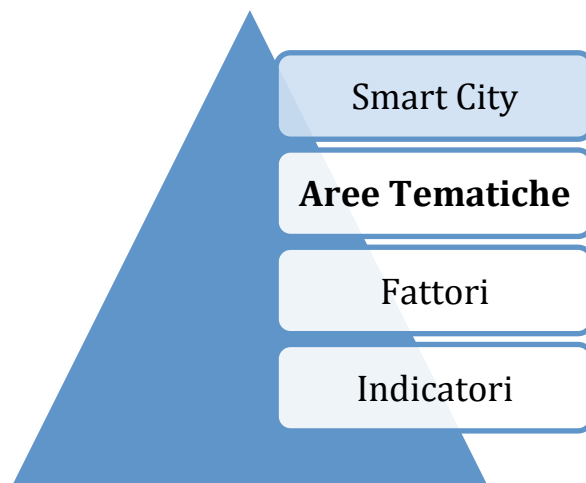
**Figura 5 - Abilitatori della Smart City**

<sup>2</sup> Un ecosistema di open innovation, user-centred, spesso operante in un contest territoriale, in cui ricerca e processi innovative sono integrati in una partnership pubblico

## 2.4 COME SI DESCRIVE UNA SMART CITY - FORMALIZZAZIONE GERARCHICA

Le realtà che compongono una Smart City possono essere suddivise in alcuni macro-argomenti, che vengono definiti in questa trattazione come: *Aree Tematiche*. La mobilità, l'economia o il governo sono solo alcuni esempi di *Aree Tematiche*. Ogni area comprende diversi aspetti della città il cui sviluppo concorre all'evoluzione verso una Smart City. Questi aspetti vengono identificati come fattori. A titolo d'esempio per quanto riguarda l'area tematica mobilità alcuni fattori rilevanti sono: infomobilità, auto elettrica, mobilità alternativa. Ogni fattore a sua volta può essere misurato impiegando una serie di indicatori che ne evidenziano le caratteristiche e prestazioni. Quindi nel caso della mobilità alternativa gli indicatori presi in considerazione saranno il numero di auto adibite al car pooling o al car sharing.

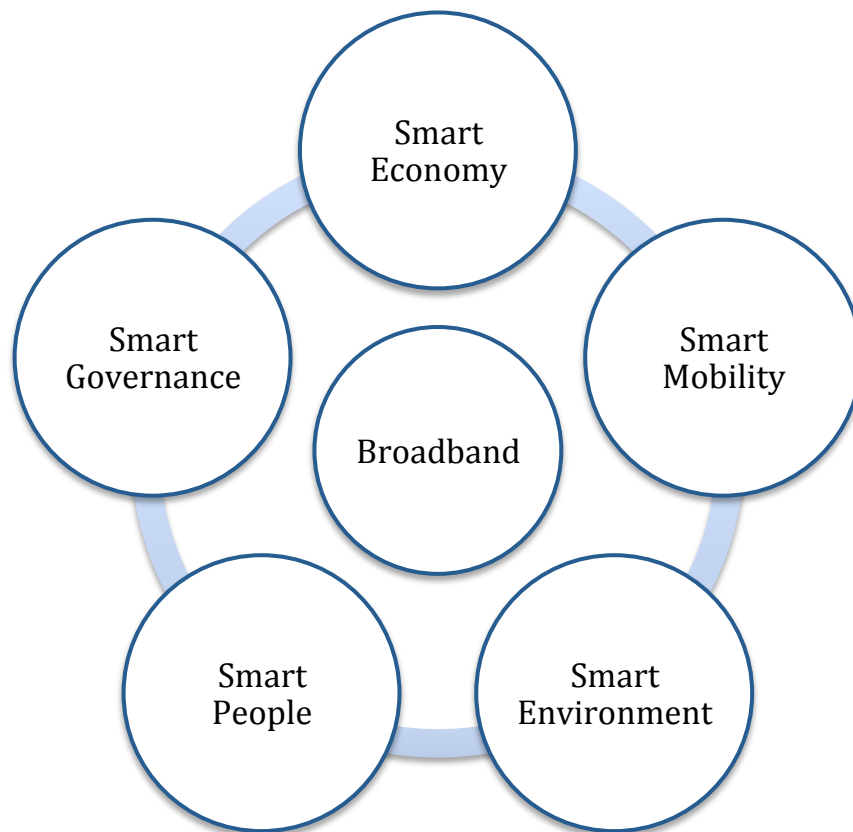
Questa tassonomia definisce una chiave di lettura univoca per la Smart City. Le classifiche saranno analizzate nel **Capitolo 3** utilizzeranno *Aree Tematiche*, fattori e indicatori differenti per classificare le città ma, grazie a questa uniformità di nomenclatura sarà possibile confrontare fra loro le scelte effettuate nelle varie classificazioni.



**Figura 6 - Gerarchia per la classificazione**

## 2.5 AREE TEMATICHE

Come accennato nel paragrafo precedente ogni classificazione utilizza una diversa tassonomia. In questo contesto vengono definite sei *Aree Tematiche* principali, prendendo spunto dalla tassonomia più utilizzata in ambito internazionale, che è quella teorizzata dalla “Vienna University of Technology” (Science & Studies 2007b; Giffinger 2007). A questa vengono apportate alcune modifiche: aggiungendo un’area tematica che prende in considerazione la diffusione dell’infrastruttura della banda larga: Broadband; ed eliminando lo Smart Living, facendo convogliare gli argomenti trattati da quest’area tematica in Smart Economy e Smart People.



**Figura 7 – Proposta Aree Tematiche Smart City**

### **1. Smart Economy:**

La Smart City nasce dalle abilità imprenditoriali della popolazione e dalla capacità dei legislatori di facilitare il mercato del lavoro sia in termini di flessibilità sia in termini d'internazionalizzazione. La capacità che ha la società di trasformarsi e di trasmettere un'immagine positiva della città è fondamentale per il processo di realizzazione di una Smart City.

### **2. Smart Mobility & Transport:**

La mobilità intelligente consente di minimizzare inquinamenti atmosferici e/o acustici e fornire un efficiente sistema di trasporto pubblico. Oltre all'utilizzo della rete internet per rendere efficiente il movimento dei veicoli delle persone e dei prodotti, riducendo le congestioni, è necessario promuovere nuove attitudini sociali come il car sharing o il car pooling.

### **3. Smart Environment&Energy:**

La gestione intelligente dell'ambiente e delle risorse naturali attraverso l'uso delle energie rinnovabili e il monitoraggio del territorio, consente di ridurre il consumo energetico attraverso l'uso di nuove tecnologie e di promuovere le energie alternative e il riuso dei materiali. Alcune aree di applicazione sono:

- a. Monitoraggio ambientale
- b. Gestione dei rifiuti
- c. Smart Building
- d. Illuminazione pubblica
- e. Smart Grid & metering

### **4. Smart People&Living:**

Quest' area si riferisce alla capacità dei cittadini di creare un ambiente sociale amichevole in cui possano nascere nuove idee, innovazione e

soddisfazione personale. In questa trattazione si fa rientrare in quest'area tematica le componenti dell'area Smart Living che comprendono tutte le innovazioni rivolte alla vita del cittadino: in ambito scolastico, sanitario, turistico, e della domotica.

#### **5. Smart Governance:**

Il ruolo della pubblica amministrazione è fondamentale nello sviluppo di una Smart City, un'amministrazione che innova i suoi processi e che incentiva iniziative Smart è un motore essenziale per l'evoluzione della città.

Alcune attività che possono essere svolte dall'amministrazione locale sono:

- a. Monitoraggio del territorio
- b. eGovernment
- c. Video sorveglianza e sicurezza

#### **6. Broadband:**

Come evidenziato nel modello allargato della tripla elica, l'infrastruttura intesa soprattutto come rete di telecomunicazioni abilita ogni altra area tematica. Qualsiasi progetto per diventare Smart deve dotarsi di una connessione che gestisca i dati e che metta in rete le informazioni per consentire efficienza ed efficacia.

Questa tassonomia delle *Aree Tematiche*, come già accennato, è una rielaborazione di varie visioni che si trovano in letteratura (Prestiti, 2013; Science & Studies, 2007b, Between) l'idea è quella di fornire una visione che permetta all'amministrazione di avere bene a mente le applicazioni chiave della Smart City. Così come esistono moltissime definizioni della Smart City esistono altrettante tassonomie, anche se vi è una tendenza che sta portando il mercato delle Smart City a utilizzare la tassonomia di Vienna come punto di riferimento da cui progettare la Smart City.

### **3 STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: ANALISI DELLE PRINCIPALI CLASSIFICHE**

“Il primo passo indispensabile per la costruzione di una Smart City è la conoscenza del contesto territoriale, delle sue dinamiche economiche e del suo capitale sociale e relazionale” (IcityRate 2013)

Per poter implementare iniziative che siano una risposta puntuale alle esigenze della città bisogna prima di tutto conoscerla. Questo paragrafo rappresenta la descrizione del primo di tre strumenti che saranno presentati in questa tesi, necessari per monitorare la città e apportare interventi necessari ed efficaci. Gli strumenti che verranno presentati saranno le classifiche, gli indicatori che le compongono e i cruscotti per elaborare i dati raccolti.

Classificare le città non significa solo metterle in competizione fra loro ma soprattutto coinvolgere le amministrazioni e renderle partecipi dello stato dell'arte del loro Comune. La classifica è uno strumento essenziale per costruire una Smart City sia per capire in relazione al contesto, se si sta andando nella giusta direzione ma soprattutto per avere una chiara visione di quali sono gli aspetti fondamentali di una Smart City.

Ogni classifica raccoglie alcuni indicatori che è fondamentale che l'amministrazione possa monitorare e raccogliere. Su questo principio nasce anche l'idea di un Cruscotto per le Smart City che possa monitorare, anche grazie al contributo delle classifiche, lo stato di avanzamento della smartness. Le classifiche sono quindi uno strumento di analisi territoriale a disposizione di tutti gli stakeholder della città (amministratori, imprese, cittadini, associazioni) che sono interessati a migliorarne la vivibilità. Esistono molte classifiche che si differenziano per gli aspetti che analizzano e le città che prendono in considerazione. Sono state scelte tre classifiche:

- *Ranking of European Medium-Sized Cities*  
(<http://www.smart-cities.eu/ranking.html>)
- *Between*  
(<http://www.between.it/ita/smart-city-index.php>)
- *ICityRate*  
(<http://www.icitylab.it/icity-rate-2013-la-nuova-classifica-italiana-delle-citta-intelligenti/>)

Le più interessanti dal punto di vista della metodologia con cui vengono aggregati gli indicatori. Ognuna delle tre utilizza un metodo differente nel manipolare gli indicatori e questo tornerà utile per capire come trattare gli indicatori e quali tipo di operazioni si possono fare su di essi.

Alcune delle classifiche principali che sono state tralasciate sono:

- Il rapporto Sole24ore analizza 107 capoluoghi di provincia;  
(<http://www.ilsole24ore.com/>)
- Il rapporto Ecosistema urbano analizza 104 capoluoghi di provincia;  
(<http://www.legambiente.it/>)
- Lo studio EfficienCities esamina i 54 capoluoghi con più di 90mila abitanti;  
<https://www.swe.siemens.com/>
- L'analisi ABB è fatta su 13 città italiane ritenute significative;  
(<http://www.abb.it/>)
- Il rapporto BES analizza 3 "macroregioni", ma il sito urbes fornisce informazioni a livello delle città.  
(<http://www.arpa.emr.it/>)



### 3.1 RANKING OF EUROPEAN MEDIUM-SIZED CITIES

Nella classifica stilata dalla “Vienna University of Technology” in collaborazione con “Delft University of Technology” e “Department of Geography at University of Ljubljana” (<http://www.smart-cities.eu/ranking.html>) vengono analizzate 70 città europee secondo tre criteri:

- Popolazione urbana compresa tra 100,000 e 500,000 (città di media grandezza)
- Almeno un’università (per escludere le città con scarse basi di conoscenza da cui attingere)
- Bacino d’utenza inferiore di 1.500,000 abitanti (per escludere città dominate da città più grandi)

Il modello di Smart City secondo cui vengono misurate le città selezionate prevede 6 Aree Tematiche:

Aree Tematiche	smart economy
	smart mobility
	smart environment
	smart people
	smart living
	smart governance

**Figura 8 – Aree Tematiche “Ranking of European Medium Sized Cities”**

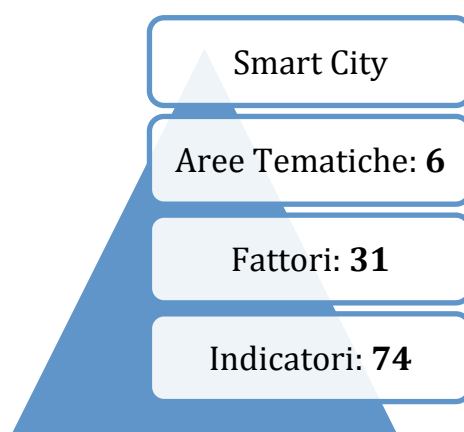
Questa tassonomia per via della semplicità con cui descrive la città sta diventando il punto di riferimento internazionale nella definizione della Smart City, parte della letteratura scientifica la usa come classificazione di riferimento.

Ogni area tematica comprende più fattori che a loro volta sono un’aggregazione di vari indicatori direttamente misurabili:

Fattori	Indicatori	Peso
Local accessibility	3	25%
(Inter-)national accessibility	1	25%
Availability of ICT-infrastructure	2	25%
Sustainable, innovative and safe transport system	3	25%
<b>Somma</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**Tabella 2 - Fattori “Smart Mobility Ranking of European Medium Sized Cities”**

La tassonomia, quindi, prevede di descrivere la Smart City con una struttura piramidale composta da:



**Figura 9 - Struttura della tassonomia “Ranking of European Medium Sized Cities”**

Per comparare i diversi indicatori è necessario standardizzare i valori che assumono. In questa classificazione è stato scelto di utilizzare la z-trasformata per standardizzare i dati:

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

Questo metodo permette di trasformare tutti i valori degli indicatori in valori standardizzati con una media pari a 0 e una deviazione standard 1.

Questo metodo ha il vantaggio di considerare l'eterogeneità tra i gruppi d'indicatori e mantenere le metriche di scala.

Per aggregare gli indicatori al livello dei fattori e delle *Aree Tematiche* è necessario considerare anche il tasso di copertura delle informazioni acquisite. Un indicatore che copre 70 città sarà pesato maggiormente rispetto ad uno che ne copre solo 60. A parte queste piccole correzioni i vari indicatori sono aggregati a tutti i livelli senza nessuna pesatura. L'aggregazione è fatta in maniera additiva ma divisa per il numero dei valori aggiunti così da includere anche le città che non sono coperte da tutti gli indicatori. Ogni area tematica ha una sua sotto-classifica frutto dell'aggregazione dei fattori sottostanti.

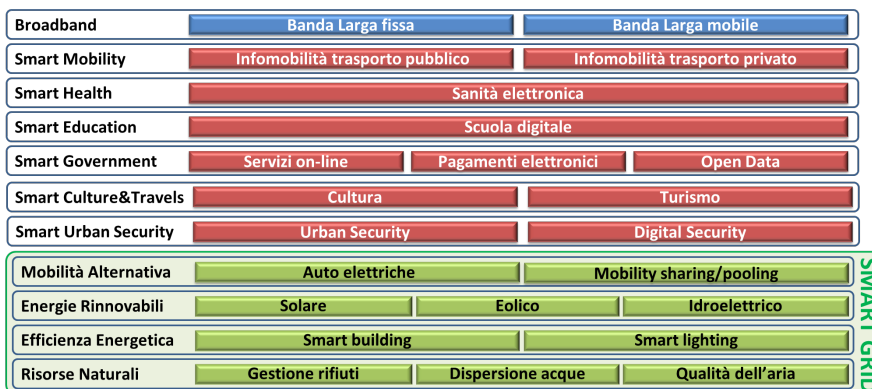
La copertura che è stata ottenuta per le 70 città dai 74 indicatori è del 87%.

### 3.2 BETWEEN

La società Between ([www.between.it](http://www.between.it)) che da oltre dieci anni effettua un monitoraggio sistematico della diffusione dell'ICT (dalla banda larga alle piattaforme di servizi digitali), ha creato lo Smart City Index, un ranking di tutti i 116 Comuni capoluogo di provincia “primari” individuati dall'ISTAT, basato su tre elementi distintivi:

1. Misura ciò che di Smart è già disponibile nella città per i cittadini, ma anche i progetti o i dati di struttura e qualità della vita;
2. La ricerca di dati è svolta ad hoc da Between, la quale utilizza dati originali, a completamento di dati di fonti istituzionali (ISTAT, MIUR, ecc.);
3. Copre vasta gamma di *Aree Tematiche*, 12, dalle infrastrutture a banda larga ai servizi digitali (mobilità, scuola, sanità, ecc.), fino agli indicatori relativi allo sviluppo sostenibile delle città: mobilità, energie, risorse naturali.

Le 12 Aree Tematiche dello Smart City Index sono:



**Figura 10 - Aree Tematiche Between**

Tutte le *Aree Tematiche* a loro volta sono composte da diversi fattori entro cui sono raccolti i vari indicatori. La tassonomia pone l'accento su due raggruppamenti concettuali il Digital Index e il Green Index. Il Digital Index che comprende le prime 7 *Aree Tematiche* e il Green Index che raccoglie le ultime 4 e la Smart Grid (trasversale a tutte queste). I colori che ritroviamo nella **Figura 10**

evidenziano queste due raggruppamenti: solo Broadband ha un colore differente perché come spiegato nell'introduzione, è l'infrastruttura sottostante a tutte le *Aree Tematiche* nonché abilitatore di queste.

In questa tassonomia, molto più ampia rispetto a quella di riferimento, ritroviamo nel dettaglio, tutti gli aspetti della Smart City e per ognuno di essi sono individuati alcuni indicatori che pesati tra loro generano un punteggio per ogni città in ogni area tematica. La procedura d'identificazione della classificazione finale, o intermedia di un'area tematica, prevede i seguenti passi:

- I. Selezione indicatori
- II. Ricerca e raccolta dei valori che assumono gli indicatori per ognuna delle 116 città
- III. Scalatura dei valori da 1 a 100 in cui al comune più virtuoso viene assegnato il punteggio maggiore attraverso la formula:

$$\bar{x}_i = \frac{x_i}{x_{max}} * 100 \quad \text{se il valore migliore è il massimo}$$

$$\bar{x}_i = \frac{x_{min}}{x_i} * 100 \quad \text{se il valore migliore è il minimo}$$

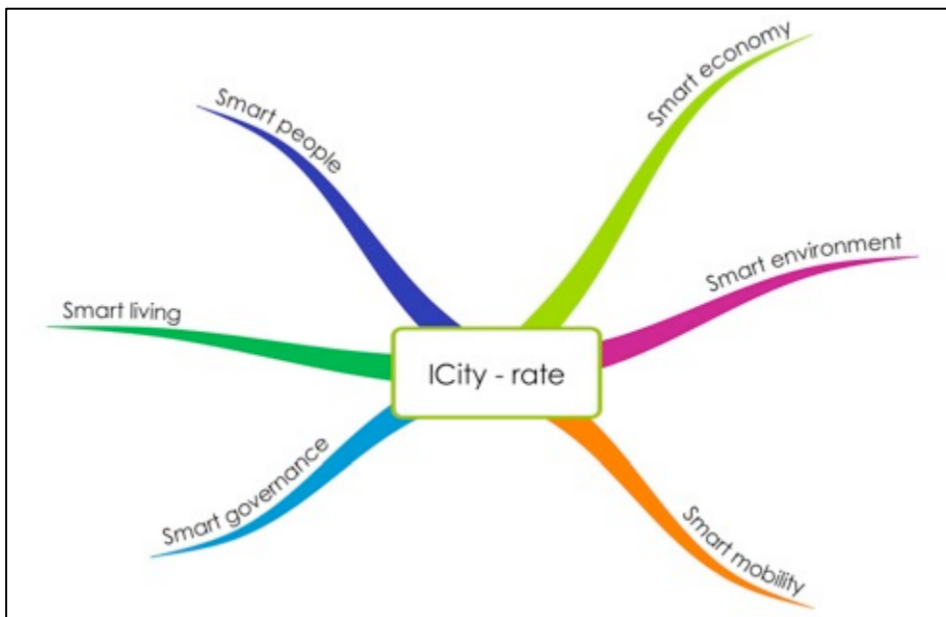
- IV. Pesatura degli indicatori secondo i giudizi degli esperti creazione di una classifica delle città per ognuna delle *Aree Tematiche*, assegnando al comune con punteggio 100 la prima posizione
- V. Creazione di uno Smart City Index finale, sintesi delle *Aree Tematiche*

Le peculiarità della classifica stilata da Between derivano dalle caratteristiche della società che per anni si è specializzata nel monitorare la diffusione ICT in tutti i comuni italiani, per questo la visione della Smart City, per Between, non può prescindere dalla diffusione della tecnologia (area tematica: Broadband) che abilita ogni altro tipo di applicazione. Il principale difetto di questa tassonomia è che non prende in considerazione, nella misurazione il fattore umano (Smart People), cioè la sensibilità della popolazione nell'accettare e ideare progetti Smart.

### 3.3 FORUM PA

“ICityRate è il rapporto annuale realizzato da ICity Lab per fotografare la situazione delle città italiane nel percorso verso città più intelligenti ovvero più vicine ai bisogni dei cittadini, più inclusive e più vivibili.” ([www.icitylab.it](http://www.icitylab.it))

Le 6 *Aree Tematiche* principali sono le stesse ipotizzate dalla dell’università di Vienna (Science & Studies 2007b):



**Figura 11 - Aree Tematiche ICityRate**

La scelta dei dati è stata fatta in primis scartando quegli indicatori che presentavano un alto tasso di valori mancanti o valori anomali per alcune città; successivamente mediate l’ausilio di tecniche statistiche sono state scartate quelle variabili che presentassero una variabilità limitata del fenomeno in esame prediligendo quelle più eterogenee.

Sono stati identificati 89 indicatori, alcuni dei quali sintetici (derivanti dall’aggregazione di più indicatori).

Per aggregare in un unico valore di sintesi un set di valori di natura differente si passa attraverso una serie di passi:

- I. Gli indicatori vengono riportati a dei valori confrontabili, o con la stessa unità di misura. La trasformazione utilizzata è la standardizzazione min-max:

$$f(x) = \frac{x - \min}{\max - \min}, f(\min) = 0, f(\max) = \frac{\max - \min}{\max - \min} = 1$$

Così facendo si rendono confrontabili gli indicatori con unità di misura diverse.

- II. I valori vengono moltiplicati per 1000.
- III. Le *Aree Tematiche* vengono aggregate per arrivare alla sintesi finale, attraverso la media geometrica dei valori, che consente di premiare le città con valori più equilibrati.
- IV. Analisi statistiche fattoriali (analisi componenti principali) per verificare l'attendibilità dei risultati.

Per ognuna delle 6 *Aree Tematiche* vengono individuati un certo numero d'indicatori; i valori ottenuti dall'esame degli indicatori sulla base delle fonti esistenti, vengono poi trasformati e aggregati in un unico valore di sintesi per stilare un indice finale. Sul sito <http://www.icitylab.it/il-rapporto-icityrate/edizione-2013/datoni-2013/> è presente una piattaforma che mostra gli indicatori selezionati e permette di navigare tra i vari valori che assumono con una visualizzazione della cartina italiana che mostra cromaticamente la virtuosità delle città. Questa piattaforma, che sarà illustrata nel **Capitolo 5**, in linea con i propositi di questa tesi è stata sviluppata per cogliere le potenzialità di rappresentazione date dai valori raccolti per stilare la classifica. Le funzionalità di reportistica di un Cruscotto saranno spiegate nel **Capitolo 6** e ampliate con il contributo originale di analisi dei dati e di simulazione.

### 3.4 CONFRONTO TRA LE CLASSIFICHE

Le varie classifiche utilizzano diversi indicatori per valutare le città ma soprattutto diversi metodi per trattare i dati. Questo naturalmente comporta anche una differenza anche nei risultati. Fare un confronto completo tra le classifiche risulta complicato visto che la base di città che vengono analizzate sono sempre differenti. Quello che risulta utile, però è mostrare come alcune città campione si posizionano in una classifica comparata. Le differenze che emergeranno sia a causa dei diversi indicatori scelti, ma soprattutto a causa della diversa metodologia di unione saranno lo spunto per analizzare le metodologie di standardizzazione (**Paragrafo 3.4.1**). Le città per quest'analisi sono scelte tra quelle di medie dimensioni così che siano presenti anche nel "Ranking of European Medium-Sized Cities".

<b>CITTÀ</b>	<b>Ranking of European Medium-Sized Cities</b>	<b>Between</b>	<b>IcityRate</b>
<b>Trento</b>	45/70	21/116	3/103
<b>Trieste</b>	49/70	100/116	30/103
<b>Ancona</b>	51/70	65/116	32/103
<b>Perugia</b>	52/70	62/116	30/103

Trento risulta più avanti rispetto alle altre città in tutte e tre le classifiche considerate, ma c'è una grossa differenza nel posizionamento tra le due classifiche che si occupano solo di comuni italiani: risulta eccellente nell'ICityRate (tra le prime 10) mentre si posiziona in una seconda fascia nella classifica di Between (tra le prime 20). Per quanto riguarda Trieste Ancona e Perugia sono molto ravvicinate nella classifica viennese e in quella del Forum PA mentre in quella di Between Trieste si distacca notevolmente.

Mettendo vicino i posizionamenti di certo non vengono descritte esaurientemente peculiarità differenze tra le classifiche ma fa emergere le modalità di standardizzazione e di aggregazione dei vari indicatori inficia notevolmente sul



risultato. Per questo motivo risulta utile confrontare le metodologie usate introdurre alcune metodologie alternativa per trattare i vari indicatori, al fine di ottenere una visione analitica della città il più aderente possibile alla realtà.

### *3.4.1 Confronto tra le standardizzazioni*

Le metodologie, per standardizzare gli indicatori e quindi aggregarli, usate nelle classifiche selezionate sono:

- Z-trasformata
- Max-Min
- Scalatura a 100

Nessuna di queste tre standardizzazioni è perfetta, ognuna di esse nasconde alcuni difetti e la scelta dell'una o dell'altra deve essere presa solo in relazione alla politica di classificazione che si vuole attuare (relativa, assoluta). La scalatura a 100 è una metodologia molto utile quando si tratta di rappresentare i valori degli indicatori su un grafico (ragno) e semplifica la procedura di abbinamento delle città a una posizione in classifica. Questo modello però perde accuratezza quando si tratta di rappresentare la distribuzione dei dati; poiché ogni indicatore ha una sua distribuzione specifica può accadere che ci siano indicatori i cui punteggi sono tutti concentrati nelle posizioni iniziali originali. Questo fa sì che si possa perdere parte della forza dovuta alla relatività della classifica, poiché alcuni comuni, poco virtuosi rispetto ad un dato indicatore, possono comunque ricoprire posizioni alte se si distanziano poco dal primo, e può addirittura capitare che a nessuna città venga assegnato un punteggio prossimo allo zero. Così facendo si perdono molte informazioni che possono per~, essere recuperate se si utilizza il metodo della z-trasformata che riporta tutti gli indicatori ad avere una media uguale a 0 e una deviazione standard uguale a 1. Così facendo tutte le posizioni della classifica sono ricoperte da alcune città, ma allo stesso tempo si perde la semplicità di rappresentazione tipica di una classificazione a 100, ma recuperabile attraverso l'utilizzo della standardizzazione Max-Min.

## 4 STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: MODELLI PER TRATTARE GLI INDICATORI

Dopo aver introdotto le classifiche viene proposto un approfondimento su quelli che rappresentano il fulcro del processo di classificazione: gli indicatori. Standardizzarli, aggregarli e valutarli come si è visto permette di definire degli indici di sintesi utili per monitorare le città e per capirne le forze e le debolezze in maniera sintetica. Per arrivare a un'informazione sintetica, intuitivamente comprensibile e facile da rappresentare il processo di classificazione (composto da raccolta dati, standardizzazione, aggregazione e rappresentazione) può prendere diverse strade. Nel **Paragrafo 3.4.1** sono stati mostrati alcuni dei metodi principali per standardizzare di seguito sono proposti alcune metodologie alternative per aggregare gli indicatori (Fuzzy Logic), per rappresentarli (Self Organization Map) e per crearne di nuovi (Subjective Well Being Data). I metodi matematici saranno spiegati a partire dalle motivazioni per cui risultano utili in un processo di classificazione, passando per le ipotesi su cui si fondano e per l'algoritmo o la metodologia di funzionamento, infine ogni paragrafo sarà arricchito da un esempio per semplificare la comprensione e rendere tangibili i miglioramenti che questi metodi potrebbero apportare.

## 4.1 LOGICA FUZZY

Le metodologie di standardizzazione presentate al Capitolo precedente consentono di riportare gli indicatori ad una scala comune necessaria per aggregarli. Alcuni metodi come la z-trasformata non necessitano di pesi per valutare gli indicatori ma spesso la classificazione che nasce dal trattamento dei dati risulta inadeguata (Cristian & Roscia 2012). Per le altre standardizzazioni invece è necessario definire dei pesi sia per gli indicatori sia per le *Aree Tematiche*. Gli indicatori solitamente sono caratterizzati da un basso grado di aggregazione e un alto contenuto d'informazioni, mentre un alto grado di aggregazione e un minor grado di informazione sarebbe necessario al policy maker. Dal momento in cui i diversi indicatori non sono omogenei, è possibile assegnare un peso ad ogni indicatore per permettere un'aggregazione. L'utilizzo della z-trasformata o l'assegnazione di pesi in maniera arbitraria non forniscono molta oggettività al risultato. Viene quindi di seguito proposta una metodologia di attribuzione dei pesi basata sulla Logica Fuzzy. (Gagliardi et al. 2007).

Il sistema proposto<sup>3</sup> traduce dei giudizi non numerici in qualcosa di misurabile, un numero Fuzzy<sup>4</sup> il quale può essere combinato con altri numeri Fuzzy per dare un giudizio complessivo di più esperti ed infine trasformarlo in un numero reale.

In sintesi lo scopo di utilizzare questa metodologia nella classificazione è di assegnare, tramite la Logica Fuzzy, i pesi ai diversi indicatori senza dover dare

---

<sup>3</sup> Inventata nel 1965 dal Dr. Lotfi Zadeh,

<sup>4</sup> Adatto a rappresentare affermazioni del tipo "x è circa uguale a" (Klir, G. J., & Yuan, B 1995)

giudizi assoluti ma assegnando un grado di verità ad ogni opinione al fine di ottenere una più significativa omogeneità e oggettività<sup>5</sup>.

Per spiegare il sistema attraverso alcuni esempi si utilizzano le *Aree Tematiche* proposte dalla Ranking Of European Medium-Sized Cities di Vienna:

Aree Tematiche	smart economy
	smart mobility
	smart environment
	smart people
	smart living
	smart governance

**Tabella 3 - Aree Tematiche “Ranking of European Medium Sized Cities”**

Assieme alle *Aree Tematiche* viene selezionato un insieme di indicatori, cui un gruppo di giudici assegnerà un peso Fuzzy, in base all’importanza che hanno rispetto ad ogni *Aree Tematiche*. Oltre ai pesi assegnati agli indicatori il gruppo di giudici assegnerà un peso anche alle *Aree Tematiche*.

---

un neonato è "giovane" di valore 1  
un diciottenne è "giovane" di valore 0,8  
un sessantacinquenne è "giovane" di valore 0,15

### 4.1.1 Metodologia

Entrando nello specifico della procedura la si può schematizzare nel seguente modo:

dati:  $n$  giudici  $J_1, \dots, J_n$   
 $m$  indicatori  $A_1, \dots, A_m$   
 $k$  Aree Tematiche  $C_1, \dots, C_k$

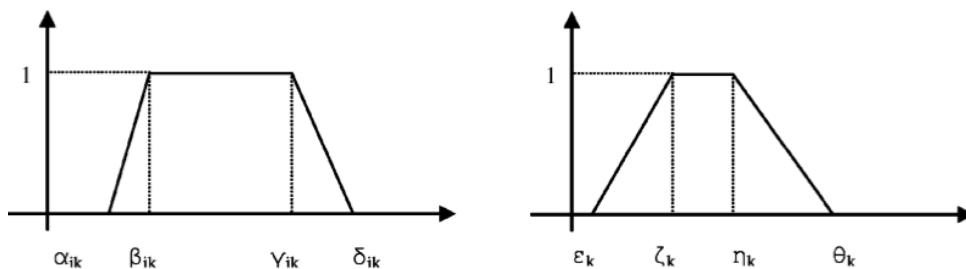
i giudici assegnano giudizi nella forma di numeri Fuzzy trapezoidali definiti da 4 numeri  $\alpha < \beta < \gamma < \delta \in \mathcal{L}$ ,

$$(\alpha/\beta, \gamma/\delta)$$

dove  $\mathcal{L}$  è la scala di informazioni di preferenza che sarà utilizzata dagli esperti.

Il numero Fuzzy trapezoidale è caratterizzato da una funzione di appartenenza (membership function) definita nel seguente modo e rappresentata graficamente nella **Figura 12**:

$$\mu_\alpha(x) = \begin{cases} 0, & x < \alpha \\ \frac{x-\alpha}{\beta-\alpha}, & \alpha < x < \beta \\ 1, & \beta < x < \gamma \\ \frac{\delta-x}{\delta-\gamma}, & \gamma < x < \delta \\ 0, & x > \delta \end{cases}$$



**Figura 12 - Funzione di Appartenenza, indicatori e Aree Tematiche**

I giudizi sono quindi assegnati a tutti gli indicatori  $A_i$  e alle Aree Tematiche  $C_i$ .

Sia

$$\bar{a}_{ij}^k = (\alpha_{ij}^k / \beta_{ij}^k, \gamma_{ij}^k / \delta_{ij}^k)$$

il Fuzzy number assegnato agli indicatori dagli esperti per ogni area tematica  $C_k$ . Questo significa che  $\bar{a}_{ij}^k$  misura quanto è importante l'indicatore  $A_i$  rispetto all'area tematica  $C_k$  per l'esperto  $J_i$ .

Per ogni area tematica  $C_k$  la funzione di appartenenza corrispondente può essere rappresentata come  $\mu_{A_i}^J(x)$  (simile all'equazione  $\mu_a(x)$ ). Allo stesso modo, sia

$$\check{c}_{kj} = (\varepsilon_{kj} / \zeta_{kj}, \eta_{kj} / \theta_{kj})$$

un numero Fuzzy assegnato all'area tematica  $C_k$  dall'esperto  $J_i$ . Il numero Fuzzy  $\check{c}_{kj}$  indica l'importanza di quell'area tematica per l'esperto  $J_i$  nei confronti di un obiettivo globale.

Date la matrici dei numeri Fuzzy assegnati dagli esperti, i pesi Fuzzy per ogni indicatore possono essere ricavati in due modi "pool first" e "pool last".

Nella procedura "**pool first**" il primo passo è di trovare la media dei numeri Fuzzy tra tutti gli esperti, sia dei pesi assegnati alle Aree Tematiche  $\check{c}_{kj}$  sia dei pesi assegnati ai singoli indicatori da tutti i giudici  $\bar{a}_{ij}^k$ .

Il valore medio per  $\bar{a}_{ij}^k$  è il valore medio di tutte e quattro le componenti del numero Fuzzy:

$$\alpha_{ij} = \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{ij}^k}{n}$$

Ripetendo la stessa procedura per  $\beta_{ij}^k, \gamma_{ij}^k, \delta_{ij}^k$  si ottiene:

$$\bar{m}_{ik} = (\alpha_{ik} / \beta_{ik} / \gamma_{ik} / \delta_{ik})$$

$\bar{m}_{ik}$  rappresenta la media dei giudizi degli esperti sugli indicatori riferiti ad un'area tematica ed è anch'esso un numero Fuzzy.

Mentre applicando la stessa formula per  $\varepsilon_{kj}, \zeta_{kj}, \eta_{kj}, \theta_{kj}$  (componenti del numero Fuzzy assegnato alle Aree Tematiche  $\check{c}_{kj}$ ) si ottiene la media dei giudizi degli esperti per le Aree Tematiche, ed è anch'esso un numero Fuzzy.

$$\bar{n}_k = \left( \frac{\varepsilon_k}{\zeta_k}, \frac{\eta_k}{\theta_k} \right)$$

Dopodiché il peso per i singoli indicatori può essere calcolato attraverso l'equazione seguente:<sup>6</sup>

$$\bar{w}_i = \left( \frac{1}{K \cdot L} \right) \otimes [(\bar{m}_{i1} \otimes \bar{n}_1) \oplus \dots \oplus (\bar{m}_{iK} \otimes \bar{n}_K)]$$

Nella procedura “**pool last**” invece per ogni giudice  $J_i$  il peso dell'indicatore è ottenuto dai criteri nel seguente modo:

$$\bar{w}_{ij} = \left( \frac{1}{K \cdot L} \right) \otimes [(\bar{a}_{1j}^1 \otimes \check{c}_{1j}) \oplus \dots \oplus (\bar{a}_{ij}^k \otimes \check{c}_{Kj})]$$

Reiterando l'operazione per ogni giudice  $J_i$  si ottengono i pesi che ogni giudice assegna ai singoli indicatori

Dopodiché viene fatto il valore medio dei pesi Fuzzy  $w_{ij}$  di ogni giudice e si ottiene un peso univo per l'indicatore:

$$\bar{w}_i = \left( \frac{1}{K \cdot L} \right) \otimes [(\bar{w}_{ij}) \oplus \dots \oplus (\bar{w}_{ij})]$$

Che è nuovamente un numero Fuzzy.

---

<sup>6</sup> I simboli  $\otimes, \oplus$  rappresentano una moltiplicazione e una addizione Fuzzy rispettivamente.

Una volta che il valore  $(\bar{\alpha}_{ij}^k, \tilde{c}_{kj})$  “*pool first*” oppure  $(\bar{m}_{ik}, \bar{n}_k)$  “*pool last*” sono determinati, i pesi possono essere espressi come :  $(W_i[L_1, L_2]/X_i, Y_i/Z_i[U_1, U_2])$

Dove il diagramma della funzione di appartenenza è

- Zero alla sinistra di  $W_i$ ,
- $L_1y^2 + L_2y + W_i = x$  *in*  $[W_i, X_i]$
- Linea orizzontale tra  $(X_i, 1)$  e  $(Y_i, 1)$ ,
- $U_1y^2 + U_2y + Z_i = x$  *in*  $[Y_i, Z_i]$
- Zero alla destra di  $Z_i$

Dove

$$W_i = \sum_{k=1}^K \frac{\alpha_{ik} \cdot \varepsilon_k}{K \cdot L}$$

$$X_i = \sum_{k=1}^K \frac{\beta_{ik} \cdot \zeta_k}{K \cdot L}$$

$$Y_i = \sum_{k=1}^K \frac{\gamma_{ik} \cdot \eta_k}{K \cdot L}$$

$$Z_i = \sum_{k=1}^K \frac{\delta_{ik} \cdot \theta_k}{K \cdot L}$$

$$L_1 = \sum_{k=1}^K \frac{(\beta_{ik} - \alpha_{ik}) \cdot (\zeta_k - \varepsilon_k)}{K \cdot L}$$

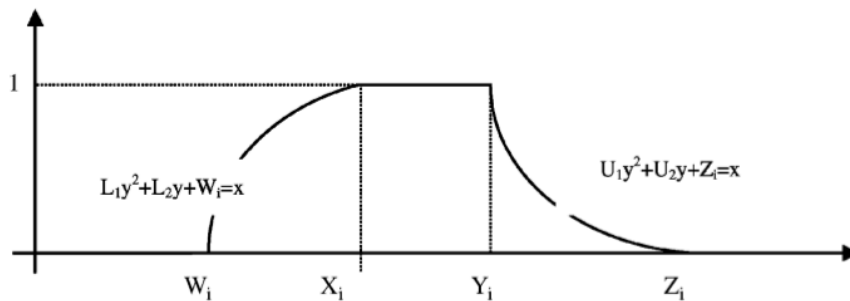
$$L_2 = \sum_{k=1}^K \frac{\alpha_{ik} \cdot (\zeta_k - \varepsilon_k) + \varepsilon_k \cdot (\beta_{ik} - \alpha_{ik})}{K \cdot L}$$

$$U_1 = \sum_{k=1}^K \frac{(\delta_{ik} - \gamma_{ik}) \cdot (\theta_k - \eta_k)}{K \cdot L}$$

$$-U_2 = \sum_{k=1}^K \frac{\theta_k \cdot (\delta_{ik} - \gamma_{ik}) + \delta_{ik} \cdot (\theta_k - \eta_k)}{K \cdot L}$$



I termini  $W_i X_i Y_i Z_i$  rappresentano le componenti del peso, mentre i termini  $L_1 L_2 U_1 U_2$  sono i coefficienti del secondo ordine polinomiale, che rappresentano la funzione di appartenenza del peso (numero Fuzzy)



**Figura 13 – Funzione di Appartenenza di un peso Fuzzy**

Una volta ottenuti i pesi, che sono numeri Fuzzy è necessario trasformarli in un numero reale (crisp number) attraverso un metodo di “defuzzificazione”.

Uno di questi metodi è l’utilizzo della seguente relazione che utilizza le componenti del peso sopracitate per trasformare il numero Fuzzy in un numero reale

$$\begin{aligned}
 F(A_i) &= \int_0^1 \left(\frac{1}{2}\right) [g_1(y|A_i) + g_2(y|A_i)] dy = \\
 &= \frac{1}{6}(L_{1i} + U_{1i}) + \frac{1}{4}(L_{2i} + U_{2i}) + \frac{1}{2}(Z_i + W_i)
 \end{aligned}$$

#### *4.1.2 Esempio: Ecosistema Urbano*

L'esempio seguente mostrerà come applicare la Logica Fuzzy (Roscia et al. 2008) alla classificazione di tre città italiane (Roma, Milano e Napoli) i dati sono stati raccolti dal Rapporto sulla Qualità Ambientale dei Comuni Capoluogo (Ecosistema Urbano) (<http://www.legambiente.it/>). Il procedimento prevede due fasi principali una in cui vengono assegnati i pesi agli indicatori tramite la Logica Fuzzy e la seconda in cui vengono raccolti i dati delle città per ogni indicatore. Questi vengono successivamente aggregati per dare un indice di sostenibilità di sintesi. Di seguito vengono descritte per passi le due fasi del procedimento:

- I. I pesi vengono assegnati da 5 giudici a 4 Aree Tematiche che raggruppano gli indicatori (economy, environment, energy e piani urbani) e a 18 indicatori.
  1. Pollution monitoring
  2. NO<sub>2</sub>-media annua (µg/mc; media centraline)
  3. PM<sub>10</sub>-media annua (µg/mc; media centraline)
  4. Consumi idrici domestici (l/ab/gg)
  5. O<sub>3</sub>-media annua giorni superamento (gg; media centraline)
  6. Capacità di depurazione (%)
  7. Produzione rifiuti urbani (kg/ab/anno)
  8. Raccolta differenziata (%su RU)
  9. Trasporto pubblico: offerta (km-vettura/ab/anno)
  10. Isole pedonali (mq/ab)
  11. Piste ciclabili (m\_equiv/100 ab)
  12. Aree verdi totali (mq/Ha)
  13. Tasso di motorizzazione auto (auto/100ab)
  14. Consumi elettrici domestici (kwh/ab)
  15. Energie rinnovabili
  16. Incidentalità stradale
  17. Certificazioni ISO 14001 (n.certif/1.000 imprese)
  18. Partecipazione e pianificazione(da 0 a 100)

I giudici esprimono le loro opinioni (pesi Fuzzy) sui fattori tramite la Logica Fuzzy e valutano il peso di ogni singolo indicatore rispetto a tutti gli indicatori (attraverso un numero Fuzzy). Le matrici delle Aree Tematiche e degli indicatori sono mostrate nelle **Tabella 4 - Peso delle Aree Tematiche** e **Tabelle 5 - Pesì degli indicatori rispetto alle Aree Tematiche**.

La Logica Fuzzy consente di dare omogeneità agli indicatori e di confrontarli tra loro. Assegnare pesi Fuzzy svincola il giudizio dalla soggettività di un singolo giudice e allo stesso tempo fornisce ai chi deve giudicare una più ampia gamma di sfaccettature che ovviano al problema di indecisione quando si deve assegnare un singolo valore ad ogni indicatore.

Criteria matrix																				
Criteria	$J_1$				$J_2$				$J_3$				$J_4$				$J_5$			
Economy	4	5	5	6	5	5	5	5	6	7	7	8	4	5	6	7	6	6	7	7
Environment	6	7	7	8	5	5	5	5	7	8	8	9	5	5	7	7	7	8	8	8
Energy	8	8	9	9	6	7	8	9	6	6	7	7	7	7	8	9	6	6	6	6
Urban plan	4	5	6	7	5	5	6	6	4	6	7	7	5	5	6	6	5	6	6	7

**Tabella 4 - Peso delle Aree Tematiche**

Economy criteria																					
	$J_1$				$J_2$				$J_3$				$J_4$				$J_5$				
1	5	5	6	6	5	5	5	6	4	5	6	6	6	6	7	7	3	5	6	6	
2	6	6	6	6	5	6	6	6	4	5	6	6	5	5	6	6	7	7	7	7	
3	6	7	7	7	5	6	6	7	4	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	
4	4	5	6	6	5	5	6	6	4	4	5	5	4	5	5	5	6	6	6	6	
5	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	5	5	5	5	4	6	6	6	
6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	3	3	4	4	4	4	5	5	3	4	4	5
7	5	5	6	6	5	5	6	6	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5
8	6	6	6	6	6	6	6	7	5	5	6	6	6	6	6	7	5	5	6	7	7
9	7	7	8	8	7	7	7	7	6	6	7	7	4	5	6	7	6	7	8	8	8
10	4	5	5	5	4	4	4	5	3	4	4	5	5	6	6	6	4	4	5	6	6
11	3	4	5	5	3	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5
12	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	5	6	8	8	8
13	8	8	9	9	7	8	8	8	8	8	8	8	6	6	7	7	8	8	8	8	8
14	9	9	9	9	9	9	9	9	7	7	8	8	7	9	9	9	6	7	8	9	9
15	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	9	9	8	8	8	8	9
16	7	8	8	9	7	7	8	8	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8	9	9	9
17	4	4	5	6	4	4	5	5	5	6	6	3	4	5	6	4	4	5	5	5	5
18	2	3	3	4	3	3	4	4	2	3	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4

Energy criteria																					
	$J_1$				$J_2$				$J_3$				$J_4$				$J_5$				
1	3	4	4	4	2	3	4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	2	2	2	2	2
2	5	5	6	6	4	5	6	7	5	6	6	6	6	6	7	7	5	5	6	6	6
3	5	5	6	6	4	5	6	7	5	6	6	6	6	6	7	7	5	5	6	6	6
4	1	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	4	4
5	5	5	6	6	4	5	6	7	5	6	6	6	6	7	7	5	5	6	6	6	6
6	2	2	3	4	1	2	2	3	2	3	3	4	2	3	4	5	1	2	3	4	4
7	2	2	3	4	1	2	2	3	2	3	3	4	2	3	4	5	1	2	3	4	4
8	2	2	3	3	1	2	3	4	2	2	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	4
9	6	6	7	7	7	8	8	7	7	8	8	6	7	8	9	7	7	8	9	9	9
10	2	2	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3
11	2	2	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3
12	1	1	3	3	2	2	3	3	1	2	2	3	2	2	3	3	1	1	1	1	1
13	7	7	8	8	6	6	7	7	5	6	7	8	5	5	8	8	7	7	9	9	9
14	8	8	8	8	7	7	9	9	6	7	8	9	7	7	8	8	7	7	8	9	9
15	8	8	8	8	7	7	9	9	6	7	8	9	7	7	8	8	7	7	8	9	9
16	4	4	5	6	3	3	4	5	4	4	5	5	1	2	3	4	2	2	3	3	3
17	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
18	4	5	6	7	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	5	5	6	6	6	6

Environment criteria																				
	$J_1$				$J_2$				$J_3$				$J_4$				$J_5$			
1	7	7	8	8	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	8	8	9	9
2	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	6	6	8	8	7	7	7	7
3	7	7	7	7	7	7	7	7	5	5	7	7	5	6	7	8	6	6	7	7
4	5	6	6	7	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	5	7	8	8
5	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	8	8	8	6	7	8	8
6	8	8	9	9	7	8	8	8	6	6	7	7	6	6	8	8	6	7	8	9
7	8	9	9	9	8	8	8	9	7	7	8	8	6	6	8	8	8	8	8	8
8	7	8	8	9	7	7	8	9	7	7	8	8	6	7	7	8	6	6	8	8
9	5	6	6	7	5	5	5	6	5	5	6	6	4	5	6	7	6	6	7	7
10	5	5	5	5	4	4	5	5	3	4	5	6	3	3	5	5	4	4	5	5
11	3	4	5	6	3	4	4	4	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4
12	6	6	7	7	6	7	7	7	5	5	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7
13	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	5	6	7	7
14	5	6	7	8	5	5	6	6	4	4	6	6	5	5	6	6	6	6	7	8
15	6	7	7	7	6	6	7	7	6	7	8	8	6	6	8	8	5	6	6	6
16	6	6	6	6	5	5	6	6	4	4	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6
17	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	6	6	3	3	5	5
18	2	2	3	3	4	4	5	5	3	3	4	4	5	5	6	6	3	3	4	4

Urban plan criteria																				
	$J_1$				$J_2$				$J_3$				$J_4$				$J_5$			
1	1	1	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2
2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2
3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2
6	6	6	7	7	7	7	8	8	5	6	7	8	7	7	8	8	7	7	9	9
7	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	9	9	6	6	8	8	6	7	8	9
8	3	4	5	5	4	4	6	6	2	2	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3
9	7	7	8	8	6	6	8	8	6	7	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8
10	7	8	8	8	8	8	9	9	6	6	8	8	7	7	7	8	7	7	9	9
11	5	5	6	6	4	4	5	6	5	5	5	5	6	6	6	6	4	4	6	6
12	9	9	9	9	6	6	8	8	7	7	8	8	6	7	8	9	5	6	7	8
13	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	8	8	5	5	9	9	5	6	6	7
14	2	2	3	3	3	3	4	4	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
15	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2
16	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	5	5	6	6	5	5	6	6	4	4	6	6	6	6	6	6	5	6	7	7

**Tabelle 5 - Pesì degli indicatori rispetto alle Aree Tematiche**

II. Viene calcolata la media dei pesì assegnati dai 5 giudici ai fattori (rappresentata nella **Tabella 6 - Media dei pesì delle Aree Tematiche**), e le medie di tutti gli indicatori calcolate per ogni area tematica **Tabella 7 -**

$n_1$	5	5.6	6	6.6
$n_2$	6	6.6	7	7.4
$n_3$	6.6	6.8	7.6	8
$n_4$	4.6	5.4	6.2	6.6

**Media dei pesì degli indicatori per ogni area tematica**

**Tabella 6 - Media dei pesì delle Aree Tematiche**

$m_{11}$	4.6	5.2	6	6.2	$m_{12}$	6.8	7	7.6	7.6	$m_{13}$	2.4	3	3.6	3.6	$m_{14}$	1.4	1.4	2	2
$m_{21}$	5.4	5.8	6.2	6.2	$m_{22}$	6.4	6.6	7.2	7.2	$m_{23}$	5	5.4	6.2	6.4	$m_{24}$	2	2	2.6	2.6
$m_{31}$	5	5.6	5.6	6	$m_{32}$	6	6.2	7	7.2	$m_{33}$	5	5.4	6.2	6.4	$m_{34}$	2	2	2.6	2.6
$m_{41}$	4.6	5	5.6	5.6	$m_{42}$	5.4	6	6.4	6.8	$m_{43}$	1.6	2	2.6	2.8	$m_{44}$	1	1	1	1
$m_{51}$	5.4	5.8	6	6.2	$m_{52}$	6.6	7	7.4	7.4	$m_{53}$	5	5.4	6.2	6.4	$m_{54}$	2	2	2.6	2.6
$m_{61}$	4.4	4.6	5.2	5.4	$m_{62}$	6.6	7	8	8.2	$m_{63}$	1.6	2.4	3	4	$m_{64}$	6.4	6.6	7.8	8
$m_{71}$	4.4	4.6	5	5.2	$m_{72}$	7.4	7.6	8.2	8.4	$m_{73}$	1.6	2.4	3	4	$m_{74}$	6.6	6.8	8	8.2
$m_{81}$	5.6	5.6	6	6.6	$m_{82}$	6.6	7	7.8	8.4	$m_{83}$	2	2.2	3.4	3.6	$m_{84}$	2.8	3	4.2	4.2
$m_{91}$	6	6.4	7.2	7.4	$m_{92}$	5	5.4	6	6.6	$m_{93}$	6.6	6.8	7.8	8.2	$m_{94}$	7	7.2	8.2	8.2
$m_{101}$	4	4.6	4.8	5.4	$m_{102}$	3.8	4	5	5.2	$m_{103}$	2	2.2	2.8	2.8	$m_{104}$	7	7.2	8.2	8.4
$m_{111}$	3.4	3.8	4.4	4.6	$m_{112}$	3.6	4	4.4	4.6	$m_{113}$	2	2.2	2.8	2.8	$m_{114}$	4.8	4.8	5.6	5.8
$m_{121}$	6.4	6.6	7.4	7.6	$m_{122}$	5.8	6	6.6	6.8	$m_{123}$	1.4	1.6	2.4	2.6	$m_{124}$	6.6	7	8	8.4
$m_{131}$	7.4	7.6	8	8	$m_{132}$	6	6.2	6.4	6.6	$m_{133}$	6	6.2	7.8	8	$m_{134}$	5.6	5.8	7.2	7.4
$m_{141}$	7.6	8.2	8.6	8.8	$m_{142}$	5	5.2	6.4	6.8	$m_{143}$	7	7.2	8.2	8.6	$m_{144}$	2.2	2.2	2.8	2.8
$m_{151}$	8.2	8.6	8.6	8.6	$m_{152}$	5.8	6.4	7.2	7.2	$m_{153}$	7	7.2	8.2	8.6	$m_{154}$	1.4	1.4	2	2
$m_{161}$	6.8	7.2	8	8.4	$m_{162}$	5.2	5.2	6	6	$m_{163}$	2.8	3	4	4.6	$m_{164}$	2.2	2.2	2.8	2.8
$m_{171}$	4	4.2	5.2	5.6	$m_{172}$	4	4.2	5.2	5.2	$m_{173}$	1.2	1.2	1.6	1.6	$m_{174}$	1	1	1	1
$m_{181}$	2.8	3.2	3.8	4.2	$m_{182}$	3.4	3.4	4.4	4.4	$m_{183}$	5.4	5.6	6.4	6.6	$m_{184}$	5	5.2	6.2	6.2

**Tabella 7 - Media dei pesi degli indicatori per ogni area tematica**

III. Successivamente si calcolano i componenti dei pesi con le formule presentate al paragrafo precedente (qui sotto richiamate), al fine di poter applicare la formula per riportare i giudizi espressi in un numero defuzzificato (crisp number). Le componenti sono rappresentate nella tabella sottostante:

$$W_i = \sum_{k=1}^K \frac{\alpha_{ik} \cdot \varepsilon_k}{K \cdot L}$$

$$X_i = \sum_{k=1}^K \frac{\beta_{ik} \cdot \zeta_k}{K \cdot L}$$

$$Y_i = \sum_{k=1}^K \frac{\gamma_{ik} \cdot \eta_k}{K \cdot L}$$

$$Z_i = \sum_{k=1}^K \frac{\delta_{ik} \cdot \theta_k}{K \cdot L}$$

$$L_1 = \sum_{k=1}^K \frac{(\beta_{ik} - \alpha_{ik}) \cdot (\zeta_k - \varepsilon_k)}{K \cdot L}$$

$$L_2 = \sum_{k=1}^K \frac{\alpha_{ik} \cdot (\zeta_k - \varepsilon_k) + \varepsilon_k \cdot (\beta_{ik} - \alpha_{ik})}{K \cdot L}$$

$$U_1 = \sum_{k=1}^K \frac{(\delta_{ik} - \gamma_{ik}) \cdot (\theta_k - \eta_k)}{K \cdot L}$$

$$-U_2 = \sum_{k=1}^K \frac{\theta_k \cdot (\delta_{ik} - \gamma_{ik}) + \delta_{ik} \cdot (\theta_k - \eta_k)}{K \cdot L}$$

	<i>W</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>U</i> <sub>1</sub>	<i>U</i> <sub>2</sub>
1	2.152	2.582	3.224	3.479	0.015	0.415	0.003	-0.258
2	2.69	3.089	3.771	4.064	0.011	0.388	0.002	-0.295
3	2.58	2.995	3.646	4.031	0.014	0.401	0.01	-0.395
4	1.764	2.165	2.609	2.907	0.017	0.384	0.006	-0.304
5	2.72	3.155	3.776	4.101	0.014	0.421	0.005	-0.33
6	2.54	3.098	3.959	4.528	0.017	0.541	0.017	-0.586
7	2.683	3.224	3.995	4.565	0.014	0.527	0.017	-0.587
8	2.342	2.718	3.562	4.056	0.011	0.365	0.017	-0.511
9	3.394	3.915	4.883	5.435	0.017	0.504	0.013	-0.565
10	2.205	2.65	3.398	3.799	0.017	0.428	0.013	-0.414
11	1.847	2.214	2.83	3.127	0.013	0.354	0.007	-0.304
12	2.66	3.131	3.961	4.418	0.015	0.456	0.011	-0.468
13	3.459	3.924	4.918	5.362	0.011	0.454	0.006	-0.45
14	3.108	3.527	4.402	4.892	0.013	0.406	0.011	-0.501
15	3.211	3.673	4.418	4.801	0.016	0.446	0.004	-0.387
16	2.345	2.673	3.444	3.878	0.007	0.321	0.012	-0.446
17	1.413	1.62	2.149	2.371	0.006	0.201	0.006	-0.228
18	2.326	2.663	3.517	3.85	0.011	0.326	0.008	-0.341

**Tabella 8 - Componenti dei pesi**

IV. Una volta ricavate tutte le componenti, per ottenere il numero defuzzificato si usa il metodo del valore medio

$$\begin{aligned}
 F(A_i) &= \int_0^1 \left(\frac{1}{2}\right) [g_1(y|A_i) + g_2(y|A_i)] dy = \\
 &= \frac{1}{6}(L_{1i} + U_{1i}) + \frac{1}{4}(L_{2i} + U_{2i}) + \frac{1}{2}(Z_i + W_i)
 \end{aligned}$$

e successivamente viene normalizzato come peso medio:

	Defuzzification	Weight normal
1	2.858	0.48
2	3.402	0.57
3	3.311	0.56
4	2.359	0.4
5	3.436	0.58
6	3.528	0.59
7	3.614	0.61
8	3.167	0.53
9	4.404	0.74
10	3.011	0.51
11	2.503	0.42
12	3.54	0.59
13	4.414	0.74
14	3.98	0.67
15	4.024	0.68
16	3.083	0.52
17	1.887	0.32
18	3.087	0.52

**Tabella 9 - Pesi defuzzificati e normalizzati**

V. Una volta completata la prima fase di assegnazione dei pesi agli indicatori si procede a raccogliere i dati per le città selezionate

Città	Pollution monitoring	NO2-media annua	PM10-media annua	Consumi idrici domestici	O3-media annua giorni superamento	Capacità di depurazione	Produzione rifiuti urbani	Raccolta differenziata	Trasporto pubblico: offerta
Roma	n.d.	54	32	201	22	97%	660	25%	70
Milano	n.d.	55	43	228	43	100%	534	37%	89
Napoli	n.d.	37	33	160	9	67%	546	21%	32

**Tabella 10 - Valori degli indicatori/1**

Città	Isole pedonali	Piste ciclabili	Aree verdi totali	Tasso di motorizzazione auto	Consumi elettrici domestici	energie rinnovabili	incidentalità stradale	Certificazioni ISO 14001	Partecipazione e pianificazione
Roma	0,18	1,08	3478	67	1459	0,28	0,7	2,27	100
Milano	0,33	2,08	1.195	53	1141	1,11	0,4	3,63	38
Napoli	0,28	0,29	2552	57	1065	0	0,4	0,84	75

**Tabella 11 - Valore degli indicatori/2**

VI. I dati vengono quindi normalizzati riportandoli in una scala 1-100, grazie alle seguenti formule:

- $\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left(\frac{\max(x_i)}{100}\right)}$  Se il valore migliore è il massimo
- $\bar{x}_i = \frac{\min(x_i)}{x_{ij} \cdot 100}$  Se il valore migliore è il minimo

dove:

- $\bar{x}_{ij}$  = valore dell'indicatore i-esimo per la città j normalizzato
- $x_{ij}$  = valore dell'indicatore i-esimo per la città j originale
- $\max(x_i)$  = il valore massimo assunto dall'indicatore i-esimo tra le città
- $\min(x_i)$  = il valore minimo assunto dall'indicatore i-esimo tra le città

Nelle **Tabella 12** e **Tabella 13** vengono rappresentati i valori normalizzati:

Città	Pollution monitoring	NO2-media annua	PM10-media annua	Consumi idrici domestici	O3-media annua giorni superamento	Capacità di depurazione	Produzione rifiuti urbani	Raccolta differenziata	Trasporto pubblico: offerta
Roma	n.d.	68,5	62,5	68,4	4,5	97,0	69,8	25,0	78,7
Milano	n.d.	67,3	46,5	60,3	2,3	100,0	86,2	37,0	100,0
Napoli	n.d.	100,0	60,6	85,9	11,1	67,0	84,3	21,0	36,0

**Tabella 12 - valori normalizzati(1-100)/1**

Città	Isole pedonali	Piste ciclabili	Aree verdi totali	Tasso di motorizzazione auto	Consumi elettrici domestici	energie rinnovabili	incidentalità stradale	Certificazioni ISO 14001	Partecipazione e pianificazione
Roma	3,5	7,1	48,5	61,2	68,3	5,8	27,1	46,1	100,0
Milano	6,5	13,7	16,7	77,4	87,3	1,2	47,5	73,8	38,0
Napoli	5,5	1,9	35,6	71,9	93,5	0,0	47,5	17,1	75,0

**Tabella 13 - Valori normalizzati (1-100)/2**



- VII. Il passo finale consiste nel determinare l'indice di sostenibilità per ogni città aggregando i vari indicatori con i pesi Fuzzy che sono stati definiti. Prima di procedere alla somma pesata i pesi vengono riportati a somma 1.

INDICATORI	PESI FUZZY A SOMMA 1	INDICATORI	PESI FUZZY A SOMMA 1
Pollution monitoring	n.d.	Isole pedonali	0,053
NO2-media annua	0,060	Piste ciclabili	0,044
PM10-media annua	0,059	Aree verdi totali	0,062
Consumi idrici domestici	0,042	Tasso di motorizzazione auto	0,077
O3-media annua giorni superamento	0,061	Consumi elettrici domestici	0,070
Capacità di depurazione	0,062	energie rinnovabili	0,071
Produzione rifiuti urbani	0,064	incidentalità stradale	0,054
Raccolta differenziata	0,055	Certificazioni ISO 14001	0,034
Trasporto pubblico: offerta	0,077	Partecipazione e pianificazione	0,054

**Tabella 14 - Pesi Fuzzy degli indicatori riportati a somma 1**

Ora si può procedere alla costruzione dell'indice finale di sintesi:

CITTÀ	PUNTEGGIO
Milano	52,20
Roma	50,74
Napoli	49,23

**Tabella 15 - Posizionamento delle città**

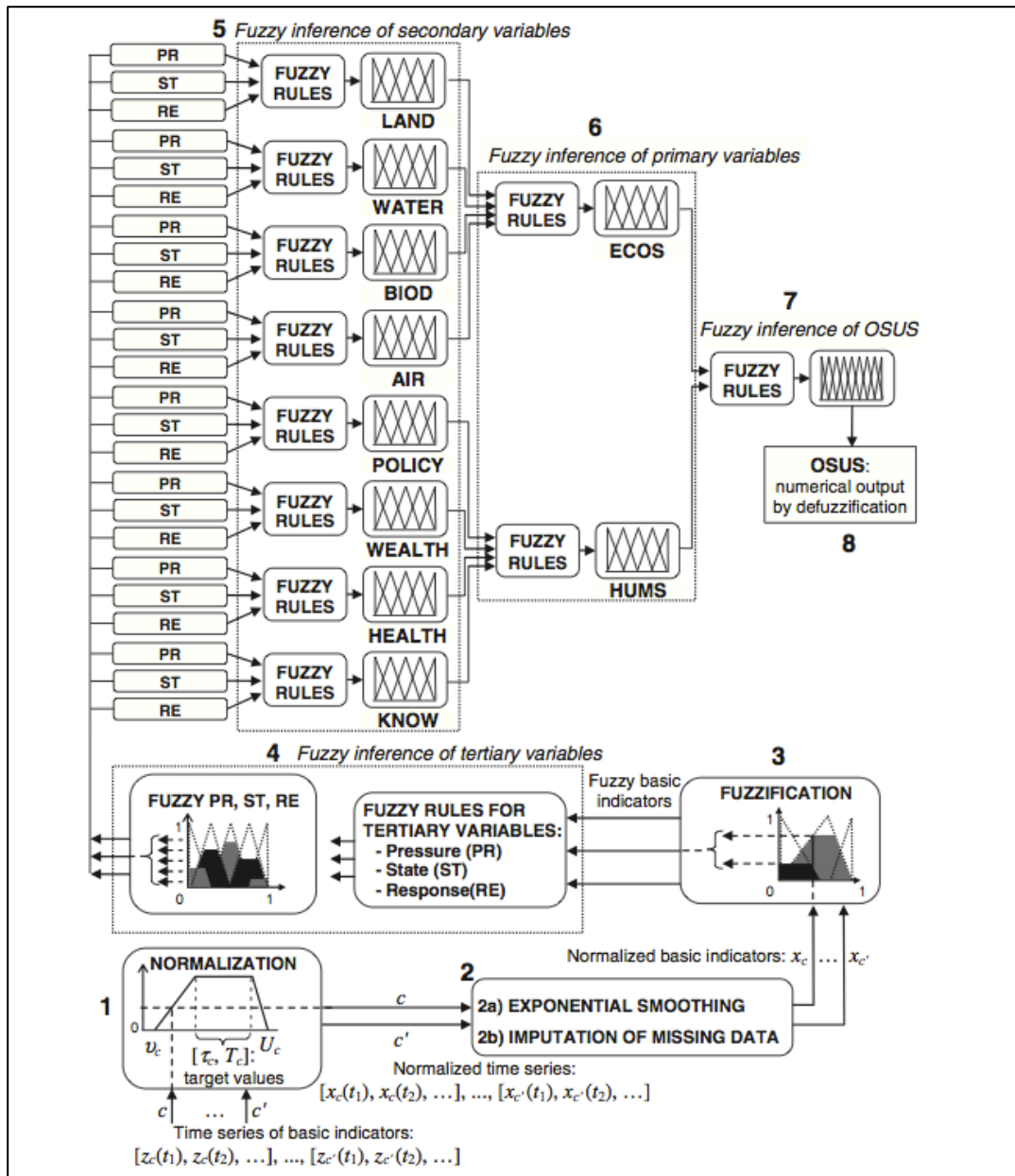
Le tre città si posizionano in una classifica in cui la città più virtuosa ottiene 100; e tutte ottengono un punteggio intorno ai 50. Avendo costruito il posizionamento di queste tre città in maniera relativa, considerando il massimo valore per ogni indicatore sul territorio nazionale, non stupisce che nessuna delle tre ottenga un punteggio vicino a 100.

Questa metodologia applicata per calcolare il peso degli indicatori evidenzia l'importanza e la soggettività del decision maker. Ogni giudice darà maggior importanza alla area tematica da cui proviene e in cui svolge le sue principali attività. Il metodo proposto, seppur partendo da giudizi soggettivi, permette di combinare differenti opinioni su i vari indicatori. Oltretutto il risultato finale è una combinazione dei valori assegnati dai differenti giudici ai vari fattori attraverso la Logica Fuzzy, che traduce espressioni verbali in una quantità numerica.

#### *4.1.3 Modello Safe*

Nell'analisi di (Phillis et al. 2011) gli autori ampliano la procedura di assegnazione dei pesi della Logica Fuzzy, formalizzando alcuni passi aggiuntivi. Partendo dall'assunto che la Logica Fuzzy può coerentemente gestire informazioni quantitative, qualitative, o miste, la sua potenza, grazie a questa procedura viene ampliata, applicando ai dati lo smoothing esponenziale così da tenere in conto le performance passate. Inoltre la metodologia viene arricchita da un'analisi di sensibilità che individua quali input fondamentali influenzano maggiormente la sostenibilità. La sequenza con cui vengono processati i dati è la seguente:

- Collezione dei dati disponibili
- Normalizzazione tra [0,1]
- Smoothing esponenziale
- Imputazione dei dati
- Valutazione Fuzzy della sostenibilità
- Analisi di sensitività



**Figura 14 - Processo di elaborazione dei dati**

Accanto alla lista di indicatori utilizzati vengono specificati dei valori soglia di insostenibilità  $U_c$  e  $v_c$  e un intervallo  $[\tau_c, T_c]$  che rappresenta il range di sostenibilità. Di seguito si analizzerà nel dettaglio la fase dello smoothing esponenziale, che è il vero valore aggiunto del modello Safe.

### *Smoothing esponenziale*

Gli indicatori non sempre sono reperibili anno per anno. Oltretutto alcuni indicatori possono avere degli effetti cumulativi negli anni. Per confrontarsi con queste questioni, gli indicatori presenti e passati sono combinati in un singolo valore usando una somma esponenziale pesata. Supponendo che le misurazioni  $K$  di indicatori  $c$  sono a disposizione per un certo paese, siano  $x_c(t_1), x_c(t_2), \dots, x_c(t_K)$  valori normalizzati negli anni  $t_1, t_2, \dots, t_K$ . Questi anni non devono necessariamente essere consecutivi. Un valore aggregato  $x_c$  per l'indicatore  $c$  è calcolato con lo smoothing esponenziale, usando la media pesata

$$x_c = \frac{x_c(t_K) + x_c(t_{K-1})\beta^{t_K-t_{K-1}} + \dots + x_c(t_1)\beta^{t_K-t_1}}{1 + \beta^{t_K-t_{K-1}} + \dots + \beta^{t_K-t_1}}$$

nella quale a vecchie osservazioni sono assegnati geometricamente pesi decrescenti con parametro  $\beta \in [0,1]$ . Il parametro  $\beta$  di smoothing è scelto affinché minimizzi l'errore quadratico medio

$$[x_c(t_1) - \bar{x}_c(t_1)]^2 + \dots + [x_c(t_K) - \bar{x}_c(t_K)]^2$$

la quantità  $\bar{x}_c(t_k)$  è la media ponderata degli indicatori prima dell'anno  $t_k$ , ed è definito come:

$$\bar{x}_c(t_1) = 0$$

e da:

$$\bar{x}_c(t_{k+1}) = \frac{x_c(t_k) + x_c(t_{k-1})\beta^{t_k-t_{k-1}} + \dots + x_c(t_1)\beta^{t_k-t_1}}{1 + \beta^{t_k-t_{k-1}} + \beta^{t_k-t_1}}, k = 1, \dots, K - 1$$

Si nota che il peso  $\beta$  varia a seconda della nazione così come tra gli indicatori.

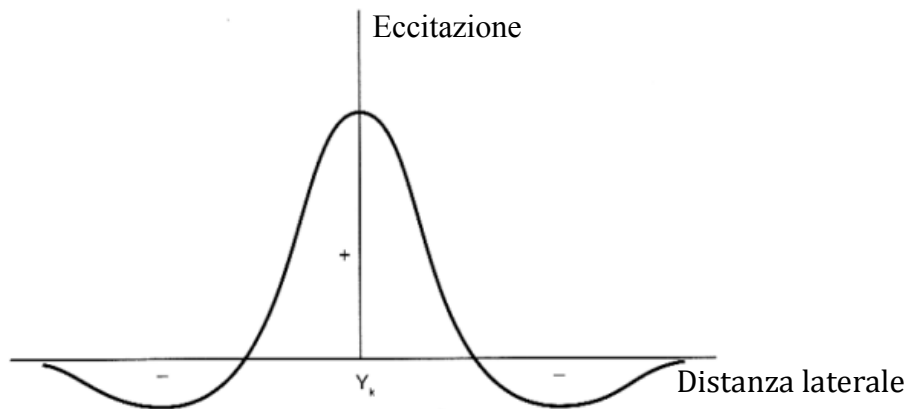
## 4.2 SELF ORGANIZATION MAPS

La raccolta degli indicatori è un procedimento che produce una vastissima quantità di dati, difficilmente gestibile a meno che questi non vengano aggregati, con la conseguente perdita di informazione, oppure rappresentati visivamente.

Le Self Organization Maps consentono di rappresentare i dati non aggregati in semplici griglie spaziali in cui le città si avvicinano o si distanziano a seconda della somiglianza dei loro valori. Necessariamente anche questa è una forma di aggregazione, sebbene sia di tipo grafico e quindi di più facile interpretazione e memorizzazione.

La possibilità di visualizzare i dati in maniera aggregata è particolarmente utile come sostegno alla politica. Le mappe auto organizzate (SOM) permettono di comprendere i rapporti tra i dati e aiutare il processo decisionale.

L'algoritmo di apprendimento delle reti SOM imita il comportamento del cervello umano; quando viene sottoposto ad un segnale di input, I neuroni molto vicini risultano fortemente eccitati mentre quelli distanti vengono inibiti (Kohonen 1990).



**Figura 15 - Funzione di eccitazione dei neuroni in base alla distanza**

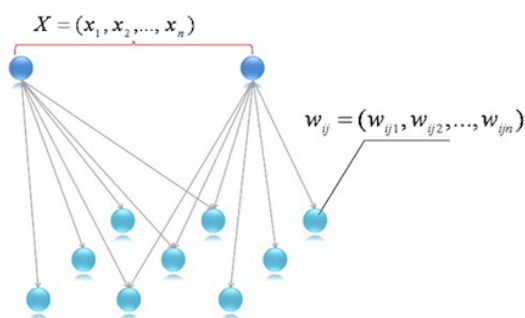
Le reti SOM utilizzate per classificare le città sono formate da due tipi di neuroni quelli in input, gli indicatori e quelli in output che rappresentano le città.

Ogni vettore in input ha le dimensioni pari al numero di città considerate; i vettori in output sono invece rappresentati in due dimensioni, così da poter essere rappresentati su una mappa o griglia che ne evidenzia le distanze. La griglia in output può essere vista come una topologia virtuale nella quale la configurazione spaziale è strettamente legata alle proprietà dei vettori in ingresso. In questo contesto somiglianze statistiche sono tradotte in distanze spaziali.

Ad ogni neurone in output è associato un vettore di pesi relative ai collegamenti con i neuroni in ingresso.

Ad ogni iterazione, in cui viene dato in ingresso un input (indicatore) viene eletto un neurone vincente (Best Matching Unit BMU) (Jiri Dvorsky, Vaclav Snasel 2010), che ha il vettore di pesi più simile al vettore in input. Questo neurone in output con massima attivazione viene premiato assieme al suo vicinato aggiornando i valori dei pesi (Solamente i pesi del neurone vincente e del suo vicinato vengono aggiornati). Questo procedimento viene eseguito per tutti gli indicatori in input.

Ciò che fa l'algoritmo è di rappresentare lo spazio in entrata nello spazio in uscita, mantenendo tutte le informazioni rilevanti e ordinare le osservazioni in modo che vicinanza topologica nello spazio in uscita implichi somiglianza statistica nello spazio in entrata. In altre parole la SOM esegue un lavoro di mappatura da uno spazio in input di grandi dimensioni ad uno spazio di output a 2-3 dimensioni.



**Figura 16 - Rete neurale**

Nel caso della classificazione delle città le SOM vengono utilizzate in due contesti particolari uno statistico e uno dinamico. Nel primo caso vengono mappate le città considerando i valori che assumono negli indicatori. Le città nella griglia vengono posizionate vicino se hanno caratteristiche simili nei valori in entrata e saranno posizionate distanti se hanno valori dissimili. Così facendo si identificano alcune aree nella griglia che rappresentano i clustering (Vesanto et al. 2000) della classifica che racchiudono città con caratteristiche simili tra loro. Si possono utilizzare dati provenienti da diversi anni come input per la SOM. Nel caso di analisi dinamiche si analizzano i pattern che vengono creati dalla posizione delle città negli anni disegnando linee di collegamento (traiettorie) tra loro successive posizioni ad ogni punto nel tempo. Questa analisi dinamica permette di vedere come i dataset urbani evolvono nel tempo, e quali sono i maggiori cambiamenti relativi, tra le città che accadono tra i periodi considerati.

#### *4.2.1 Algoritmo*

(Kohonen 1982)

1. Inizializzazione dei vettori dei pesi con valori casuali
2. Determinazione per ogni vettore in ingresso (indicatore) del neurone vincente che ha il vettore dei pesi più vicino al vettore in ingresso  
La vicinanza è misurata in due modi che risultano uguali se i dati sono standardizzati:
  - a. calcolando il minimo del prodotto scalare
  - b. determinando la distanza euclidea
3. Aggiornamento di tutti i pesi della rete dei neuroni in output partendo dal valore del vettore dei pesi del neurone vincitore e correggendo i neuroni ad esso vicino.
4. La rete viene sottoposta ad un certo numero di iterazioni finché non raggiunge uno stato di equilibrio

## Caso Global Power City Index 2011

Di seguito viene riportato un esempio che prende in considerazione il Global Power City Index 2011 dell'”Insittute for urban strategies the Mori Memorial Foundation” (Arribas-Bel et al. 2013). L’analisi dinamica considera l’evoluzione delle città in termini di punteggio globale tra il 2009 e il 2010. Viene eseguita una SOM usando i dati di entrambi gli anni, dove ogni osservazione è una specifica città in un istante temporale, e i suoi attributi sono i punteggi in ogni criterio.

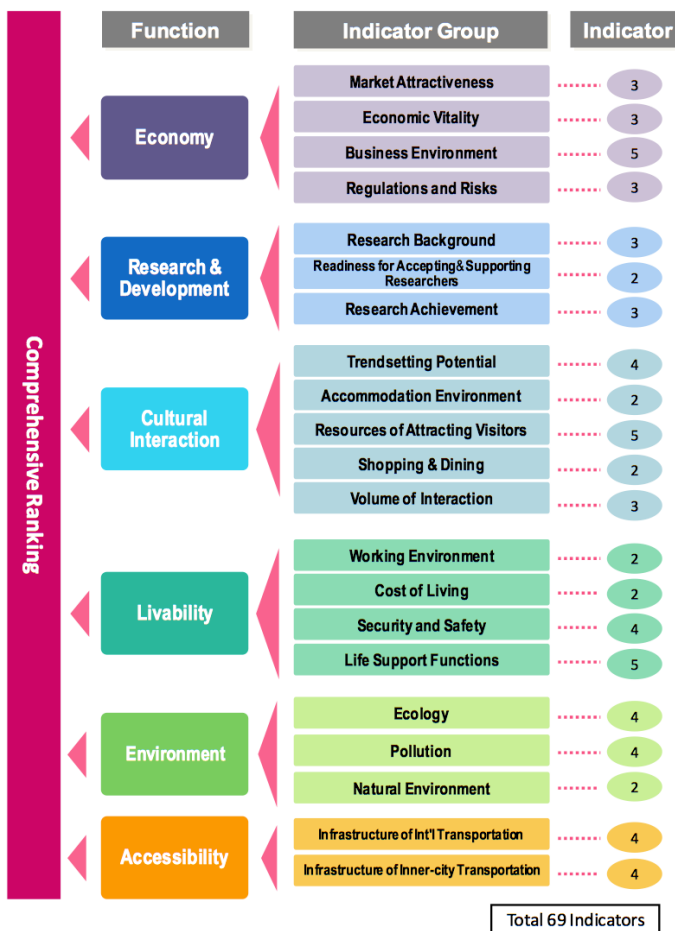


Figura 17 - Tassonomia Global Power Index 2011

Questo approccio crea uno spazio statistico basato sulle informazioni di entrambi gli anni, abilitando la mappatura delle città in ogni periodo come punti separati e permettendo di analizzare le variazioni relative.



Le evoluzioni dal 2009 al 2010 sono tradotte in un movimento da una posizione nella mappa ad un'altra che verrà chiamata traiettoria della città.

Di seguito sono mostrate le tre componenti delle traiettorie(Vesanto 1999):

- La posizione delle città nel 2009 (**Figura 18**)
- La posizione delle città nel 2010 (**Figura 19**)
- La visualizzazione del movimento (**Figura 20**)

La traiettoria è rappresentata da delle frecce tanto più trasparenti quanto minori sono stati i cambiamenti. Poiché il risultato globale è la somma dei punteggi nei sei criteri fondamentali del database, si è in grado di calcolare l'indice è per ciascuno dei neuroni della mappa sommando attraverso le dimensioni. Questo viene visualizzato usando un gradiente di nove quantili dal bianco (valore più basso) al verde scuro (valore più alto). La loro combinazione permette di visualizzare intuitivamente ciò che il cambiamento dal 2009 al 2010 ha significato per la città.

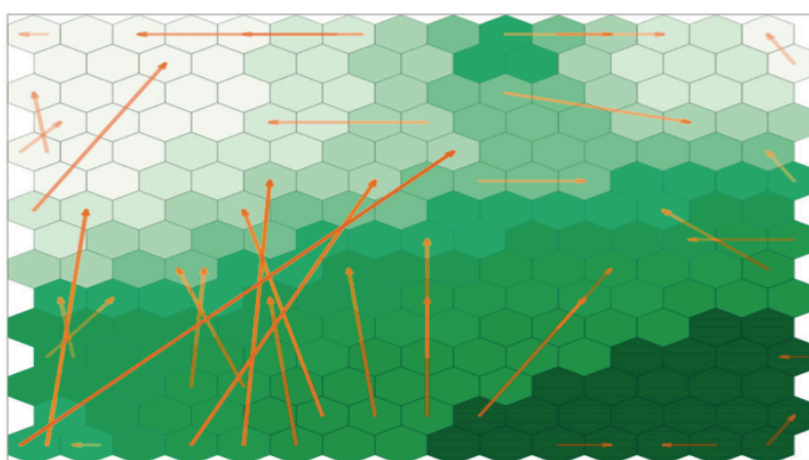
Il movimento verso il centro si traduce in una diminuzione dei punteggi globali delle città che si sono riposizionate. Al contrario, le prime quattro città cambiano poco e rimangono nell'area con il punteggio più alto, creando un gap tra loro e il resto delle città.



**Figura 18 - Posizionamento 2009**



**Figura 19 - Posizionamento 2010**



**Figura 20 - Evoluzione del GPCI dal 2009 al 2010**

Questa applicazione della SOM per studiare la dinamica dell'indice ci permette di visualizzare le informazioni dai risultati globali del GPCI in modo intuitivo e migliora la comprensione dei principali cambiamenti che si sono verificati da un anno all'altro: L'isolamento delle prime quattro città che non sono rimaste le più performanti ma che hanno anche ampliato il divario, è stato già indicato nella relazione originale GPCI.

Qui è presentato in un modo molto più semplice da visualizzare che migliora ulteriormente l'esplorazione ed è particolarmente utile quando i risultati devono essere trasmessi ai responsabili politici e le parti interessate, che non necessariamente hanno una formazione specifica nell'analisi dei dati in più dimensioni.

### 4.3 SUBJECTIVE WELL BEING DATA

Dopo aver mostrato come aggregare, come pesare e come rappresentare gli indicatori, viene di seguito toccata un tema molto delicato per le amministrazioni pubbliche che è quello del consenso pubblico, o più precisamente del benessere percepito del cittadino. La capacità di rappresentare in un indicatore che sia diretto il benessere percepito è molto importante perché affronta il problema del feedback misurando direttamente il parere della popolazione piuttosto che ponderarlo attraverso una serie di indicatori indiretti<sup>7</sup>.

Gli autori (Moro et al. 2008) propongono questa metodologia, che consente di acquisire un tipo di indicatore molto importante in grado di riflettere benessere soggettivo dei cittadini (Diener 1984) al fine di stimare la qualità della vita.

Questa metodologia consente di misurare il benessere percepito dai cittadini e può essere applicata per svariati usi. Nel caso del cruscotto può essere utile valutare l'impatto di progetti Smart all'interno della città considerando l'effetto percepito dai cittadini misurato con il loro livello di benessere auto riferito.

Il beneficio di quest'analisi sta nel fatto che esalta quegli interventi direttamente percepibili dal cittadino. I dati possono essere usati per generare una classifica, fornendo una valutazione 'diretta' auto-riferita del benessere individuale.

L'acquisizione di dati può essere fatta in 3 diversi modi:

1. ***Incondizionalmente***

Le città si confrontano tra loro facendo le medie semplici dei dati raccolti sul benessere individuale.

---

<sup>7</sup> Il sole24ore nella sua classifica sulla qualità della vita pondera assieme molti aspetti della vita quotidiana del cittadino ma non considera nessun indicatore riferito al benessere percepito.

<http://www.ilsole24ore.com/temi-ed-eventi/qdv2013/app.generale.htm>

## 2. *Condizionalmente*

Controllando le caratteristiche socio-economiche e socio-demografiche dell'intervistato, e i servizi specifici della località in cui vive.

3. *Metodo del prezzo edonico*<sup>8</sup> (Brachinger 2002) il livello dei servizi locali è pesato dal rapporto tra l'utilità marginale dei servizi e l'utilità marginale del reddito.

Gli esempi di classificazione fatti in letteratura (Moro et al. 2008) che scaturiscono da questi tre metodi risultano fortemente correlate, questo suggerisce che la variazione del benessere soggettivo tra le località non è casuale, ma è guidato in gran parte dalla dotazione di servizi specifica di una località.

Le problematiche nell'utilizzare il benessere auto riferito sono diverse:

1. Capire quanto sia buono il benessere soggettivo, come proxy dell'utilità soggettiva, e dell'errore di misurazione che può introdurre se l'intervistato non è in grado di comunicare accuratamente il suo livello di benessere sottostante.
2. La formulazione della domanda e la differenza di scale, che possono portare a distorsioni nelle risposte ottenute.
3. Le differenze culturali e le difficoltà con la traduzione, che possono introdurre ulteriori distorsioni.

---

<sup>8</sup> Il **metodo dei prezzi edonici** è un metodo per la stima del valore di mercato di determinati caratteri o servizi (cosiddetto prezzo edonico), ricavandolo dai prezzi di mercato dei beni che lo incorporano, isolando con tecniche di regressione multivariata il contributo che l'attributo d'interesse fornisce al prezzo osservato.

Così, ad esempio, in quella che è un'applicazione tipica del metodo, se si vuole calcolare il prezzo edonico dell'assenza di inquinamento atmosferico, può esaminarsi il prezzo delle abitazioni, studiando la relazione esistente tra tale prezzo e la presenza di inquinamento nell'aria, una volta che si sia tenuto conto di tutti gli altri criteri che possono incidere sul valore finale.

A questo proposito, tuttavia, vi è un ampio consenso tra gli studiosi che partecipano a questo dibattito (Diener, Eunkook M Suh, et al. 1999), che il benessere auto-riferito è un soddisfacente sostituto empirico dell'utilità individuale (Tella & MacCulloch 2006)

#### 4.3.1 Metodologie

Le tre alternative per raccogliere i dati sono di seguito approfondite:

##### 1. *Incondizionalmente*

Si fa la media dei punteggi del benessere soggettivo in ogni località. Questa metodologia non è pesata da alcun metodo basato sulle preferenze e non è condizionata da differenze strutturali nella composizione e nelle caratteristiche della popolazione e degli individui (Incondizionato).

Per questo motivo le differenze regionali (es: età, educazione...) possono portare a classificazioni distorte.

##### 2. *Condizionalmente*

Per controllare le differenze strutturali viene proposto un secondo metodo basato sulla regressione dei dati sul benessere soggettivo.

$$SWB_{i,k} = \alpha_0 + \beta_1 \mathbf{x}_{i,k} + \beta_2 \mathbf{a}_{i,k} + \beta_3 \ln w_i + \varepsilon_{i,k} \quad (1)$$
$$i = 1, \dots, I; k = 1, \dots, K$$

Dove:

$SWB_{i,k}$  benessere auto referenziato di un individuo  $i$  in una località  $k$ ,

$\mathbf{x}$  vettore delle caratteristiche individuali

$\mathbf{a}_k$  vettore dei criteri specifici della località e varia al variare della località.

$w$  reddito familiare lordo

La classificazione è ottenuta calcolando la media dei valori previsti del benessere auto referenziato in ogni località  $k$ , per un individuo con caratteristiche socio-demografiche e socio-economiche nella media.

In altre parole, le caratteristiche individuali (vettore  $\mathbf{x}$  e reddito  $\mathbf{w}$ ) sono fissati ad un valore (media semplice) e sono le stesse per tutte le località. I valori previsti differiscono tra le località grazie al livello dei servizi. Il modello dell'equazione (1) può essere stimato usando il metodo dei minimi quadrati<sup>9</sup>

### 1. *Metodo del prezzo edonico*

La terza metodologia di classificazione delle località che utilizza il benessere soggettivo attinge dalla letteratura edonistica e utilizza il tasso marginale di sostituzione (MRS) di un servizio e del reddito il quale è direttamente identificabile nella (1)

Formalmente, differenziando la(1) e riarrangiando

$$0 = \left( \frac{\partial SWB_{i,k}}{\partial a_k} \right) da_k + \left( \frac{\partial SWB_{i,k}}{\partial w_k} \right) dw_k \quad (2)$$

$$MRS_n = \left( \frac{\partial SWB_{i,k}}{\partial a_k} \right) da_k + \left( \frac{\partial SWB_{i,k}}{\partial w_k} \right) dw_k = \frac{\beta_2}{(\beta_3 \bar{w})} \quad (3)$$

Dove  $MRS_n$  è il saggio marginale di sostituzione per il servizio n-esimo.

Dal momento che il reddito  $\mathbf{w}$  entra nell'equazione (1) in una forma

---

<sup>9</sup> Il metodo dei minimi quadrati (in inglese OLS: Ordinary Least Squares) è una tecnica di ottimizzazione che permette di trovare una funzione, detta curva di regressione, che si avvicini il più possibile ad un insieme di dati. La funzione trovata deve essere quella che minimizza la somma dei quadrati delle distanze tra i dati osservati e quelli della curva che rappresenta la funzione stessa.

logaritmica, MRS, in termini di benessere soggettivo, può essere calcolato con la (3) utilizzando valore medio del reddito  $\bar{w}$ .

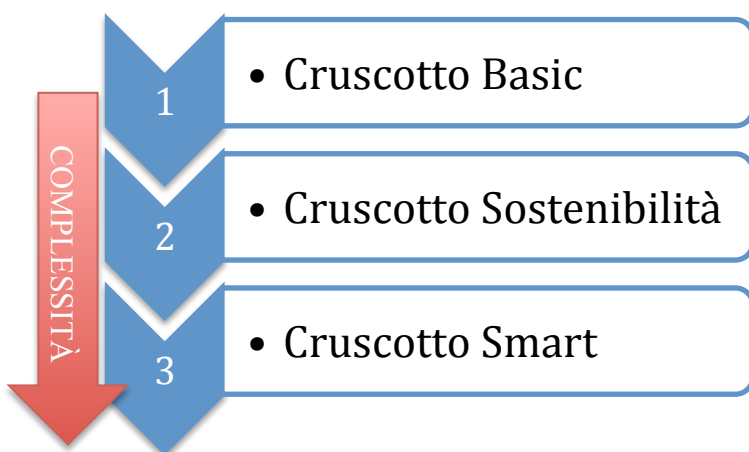
Una classifica di  $k$  località differenti può essere costruita pesando la quantità di  $N$  servizi locali dal *saggio marginale di sostituzione* dato nell'eq (3) come:

$$SQoLI_k = \sum_n MRS_n a_{k,n} \text{ where } n = 1, \dots, N.$$

Invece di usare il punteggio della felicità per classificare le località, come nei primi due indici, il terzo metodo usa il livello del servizio  $n$ -esimo nella  $k$ -esima località ( $a_{k,n}$ ) pesato dal *saggio marginale di sostituzione* tra i servizi e il reddito.

## 5 STRUMENTI PER MONITORARE LA CITTÀ: ANALISI CRUSCOTTI ESISTENTI

Molte amministrazioni di città negli anni passati hanno sviluppato un Cruscotto per dotarsi di una chiave di lettura degli aspetti fondamentali della loro città. Fino ad oggi nessuno dei cruscotti analizzati ha una funzionalità che permetta la simulazione degli scenari futuri; principalmente i cruscotti fino ad ora analizzati permettono di monitorare la città, svolgendo esclusivamente operazioni di reportistica. È possibile identificare diverse finalità in ordine crescente di complessità rispetto alle funzionalità del Cruscotto



**Figura 21 - Tipologie di cruscotti esistenti**

L'incremento di complessità evidenziato nel Figura 21 corrisponde all'aumento di funzionalità disponibili, e alla sempre più puntuale capacità di analisi. Gli esempi proposti per le tre tipologie di Cruscotto sono:

1. Londra
2. Surrey, Salt Lake City e ICityRate
3. Torino



## 5.1 CRUSCOTTO BASIC

La prima tipologia di Cruscotto prevede la raccolta di dati da diverse fonti sparse nella città. Le informazioni diffuse trattano diverse tematiche cittadine e contengono indicatori che sintetizzano alcuni degli aspetti ambientali economici e sociali della città. Le tematiche più ricorrenti sono i servizi di mobilità, l'inquinamento atmosferico o il livello delle acque, o anche informazioni di utilità per il cittadino dal meteo a notizie di attualità.

### 5.1.1 Londra

Uno degli esempi più rilevanti e meglio sviluppati è l'inglese *City Dashboard*, presente nelle città di Londra Birmingham, Cardiff, Edinburgh, Glasgow, Leeds, Manchester e Newcastle. Il Cruscotto combina informazioni ufficiali provenienti da sensori di diverse tipologie sparsi nella città con informazioni provenienti dai social media. Le informazioni ufficiali possono essere scelte dall'utente tra:

- Informazioni e previsioni sul meteo
- Status delle linee metropolitane
- Dati sul bike sharing
- Qualità dell'aria
- Livello del fiume
- Livello delle radiazioni
- Video provenienti dalle principali telecamere sparse nella città

Le informazioni social invece possono provenire da app, come *la Mappiness app* sviluppata dalla London School of Economics che misura il livello di felicità della città, da trend riscontrati sui social network come Twitter rispetto ad alcuni argomenti specifici, o dai quotidiani.

Per i fini di questa ricerca il Cruscotto di Londra risulta particolarmente interessante perché apre alcune questioni su due delle fasi di progettazione del Cruscotto per le Smart City: la raccolta dati e la rappresentazione grafica. I dati per

il *City Dashboard* vengono raccolti in continuazione, da una rete di sensori diffusa nel territorio. Questa modalità di raccolta consente di avere una grossa quantità di dati molto specifici e geolocalizzati. Emerge da questa considerazione la potenzialità dell'Internet of Things per la qualità della vita del cittadino e la possibilità che il Cruscotto diventi la piattaforma di base per lo sviluppo di app e servizi grazie alla disponibilità di dati in tempo reale. Verrà successivamente illustrato come la possibilità di archiviare questi dati per poi rielaborarli sia il secondo passo, dopo la raccolta di dati, nella progettazione di un Cruscotto.

La fase di rappresentazione grafica è un eccellente esempio di come i dati possano essere visualizzati in maniera intuitiva ma dettagliata. La semplicità nel leggere i dati, permette a chiunque di interpretare le informazioni ed estrarne conoscenza di immediato utilizzo. I vari widgets possono essere spostati per dare rilievo alle informazioni privilegiate. Le informazioni riportate sono per lo più utili per il cittadino, d'aiuto pratico.

Il City Dashboard ha due modalità di visualizzazione:

- La **visione a griglia** che mostra diversi box di diverso colore e grandezza:
- La **visione con una mappa** che visualizza i dati geolocalizzati nella città:

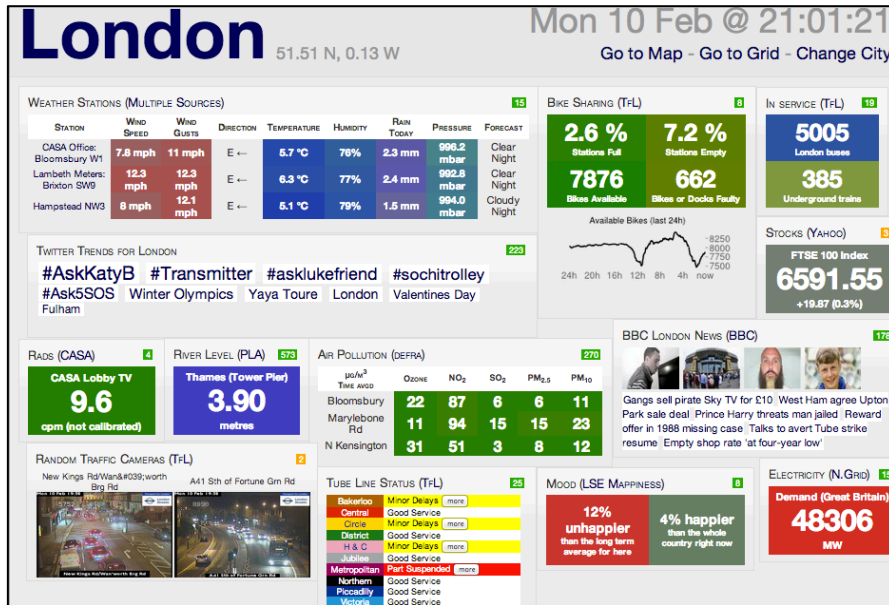


Figura 22 - Visione a griglia Cruscotto Londra

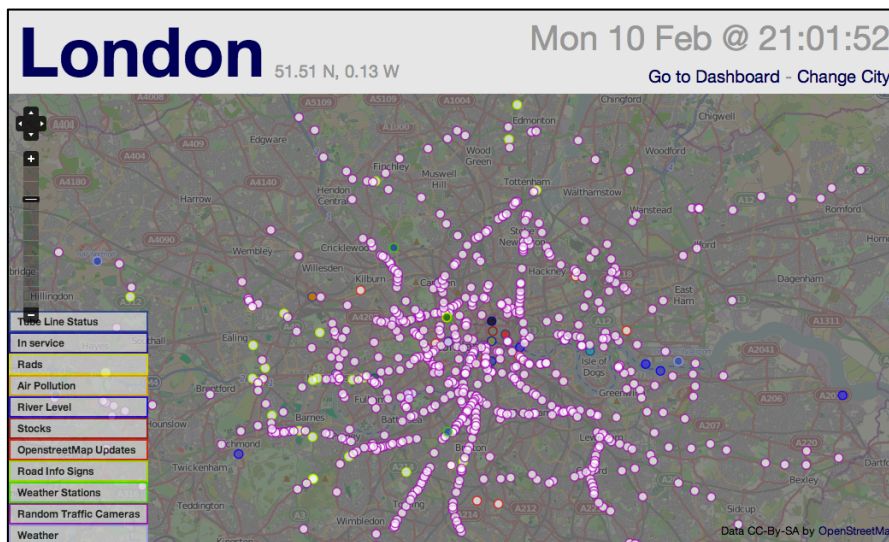


Figura 23 - Visione a mappa Cruscotto Londra

## 5.2 CRUSCOTTO SOSTENIBILITÀ

Alcune città si sono spinte oltre sviluppando un Cruscotto che preveda non solo la raccolta di dati in real-time ma anche l'accumulo e l'integrazione di questi dati nel tempo (Scipioni et al. 2009). Gli esempi qui riportati sono il Cruscotto sviluppato dall'amministrazione di Surrey in Canada, nella provincia della Columbia Britannica, il Cruscotto cittadino di Salt Lake City capitale dello stato di Utah negli Stati Uniti e la piattaforma ASSET dell'ICityLab.

### 5.2.1 Surrey

Il Cruscotto della città di Surrey (<http://dashboard.surrey.ca/>) è una piattaforma online che traccia e condivide i progressi degli indicatori della sostenibilità di Surrey, utilizza mappe e grafici per aiutare la comunità a valutare i progressi della città sulla strada della sostenibilità. Il sito web su cui è sviluppato il Cruscotto ha un taglio educativo, la descrizione degli indicatori e i bottoni con i consigli e le best practice, servono ad alimentare la cultura della sostenibilità ai cittadini, incoraggiandoli attraverso gli obiettivi e le tendenze che evidenziano gli eventuali miglioramenti. Il Cruscotto è stato sviluppato per rafforzare tre importanti caratteristiche dell'amministrazione:

- Trasparente
- Pubblicamente accessibile
- User-friendly

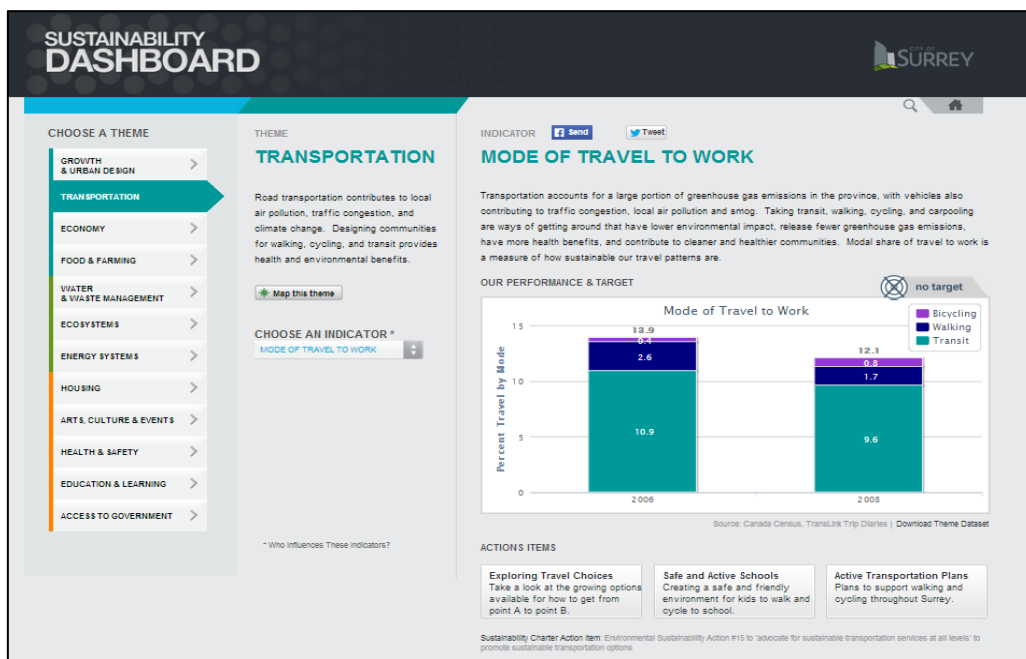
L'amministrazione rilascia a fine anno anche un report con la sintesi dei dati dell'anno che è passato e le informazioni più rilevanti. In una sezione del sito web vengono proposti dei consigli con i comportamenti corretti per incentivare la sostenibilità.

Nella fase di sviluppo del Cruscotto sono stati fissati degli obiettivi che potessero essere misurabili basandosi sui risultati. La scelta di 87 indicatori volti a descrivere gli obiettivi permette all'amministrazione di stabilire una visione di sostenibilità

che sia quantitativa e di monitorare i progressi svolti nell'ambito della sostenibilità.

Gli indicatori, identificati da i cittadini e dallo staff della pubblica amministrazione riflettono l'ampio spettro della sostenibilità economica, ambientale e socio-culturale.

I dati sono rappresentati con grafici interattivi, che permettono all'utente di entrare nel dettaglio e di rimuovere o aggiungere elementi dal grafico.

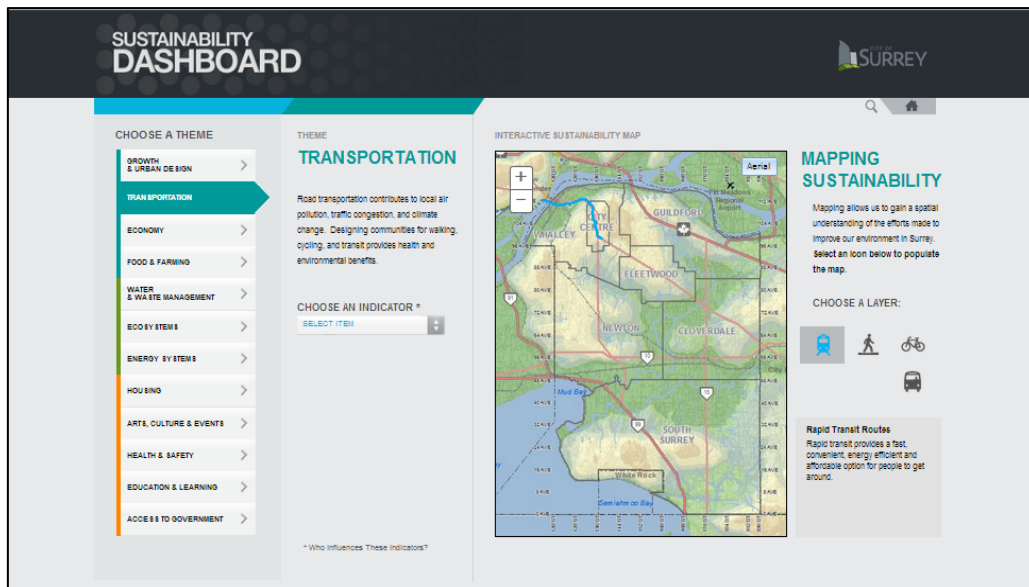


**Figura 24 - Cruscotto Surrey tematica trasporti: Modalità di viaggio a lavoro**

Le *action items* sono azioni a cui è possibile collegarsi e rappresentano delle best practice che l'amministrazione suggerisce ai cittadini, delineando delle linee guida per un comportamento sostenibile.

Alcuni dati sono geolocalizzati e le mappe interattive mostrano gli indicatori con informazioni spaziali riferite alla sostenibilità di ciascuna area della città di Surrey. Le Mappe (GIS) della città sono disponibili per il download in diversi formati. Consentire un alto grado di interazione con i dati e le mappe è un dettaglio che evidenzia come il Cruscotto sia stato pensato principalmente per il cittadino, per

educarlo alla sostenibilità.



**Figura 25 - Cruscotto Surrey tematica trasporti - Mappa sostenibilità**

I principali indicatori che sono stati presi in considerazione sono:

- Consumo dell'acqua
- Vicinanza ai servizi
- Presenza di vegetazione
- Mercato immobiliare
- Edifici certificati "green"
- Piste ciclabili e percorsi cittadini
- Terra a disposizione per l'agricoltura
- Disponibilità di manodopera locale
- Energia della comunità e emissione dei trasporti
- Eventi culturali incentrati sui giovani
- Numerosità dei crimini
- Associazioni di volontariato
- Sviluppo dell'istruzione primaria
- Gestione dei rifiuti
- Spazi culturali

### 5.2.2 Salt Lake City

Il Cruscotto di Salt Lake City ([Http://dotnet0.slcgov.com/](http://dotnet0.slcgov.com/)), molto simile a quello di Surrey, ha uno stile meno educativo, ma pone una particolare attenzione agli obiettivi che vengono fissati, per questo motivo ogni indicatore ha un suo valore target da raggiungere in un determinato tempo.

Esempio: entro il 2015 si vuole raggiungere un parco di 20 auto per il car sharing e al 2013 si era al valore di 13, in questo modo vengono evidenziati gli incrementi necessari per raggiungere l'obiettivo ed il momento in cui è stato avviato il progetto.

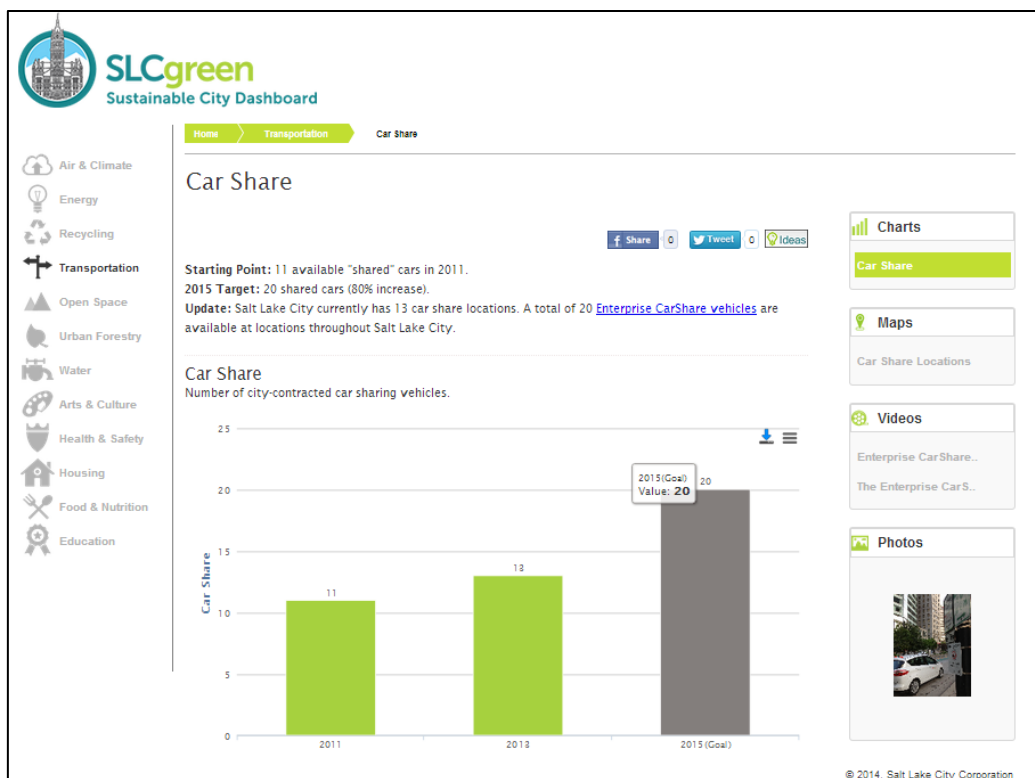
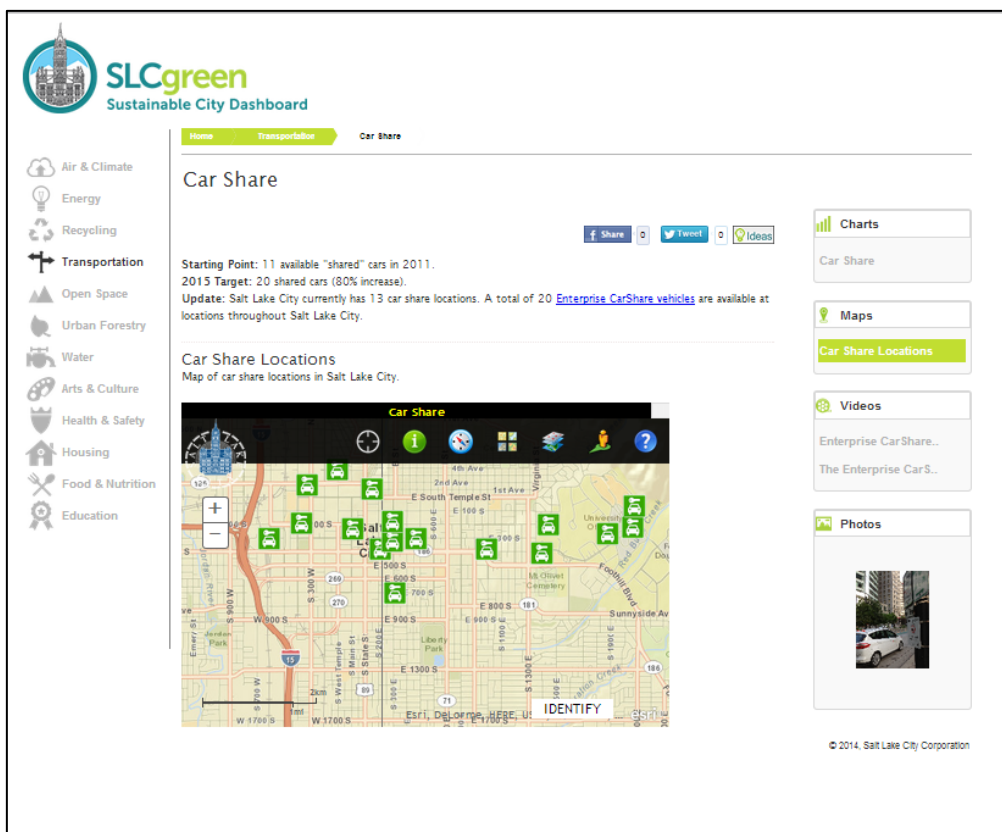


Figura 26 - Cruscotto Salt Lake City tematica trasporti: Car Share

In aggiunta ai dati primari ci sono varie informazioni di contorno, come video e foto divulgativi o una mappa della posizione delle auto di car sharing.



**Figura 27 - Cruscotto Salt Lake City tematica trasporti: mappa Car Share**

I cruscotti per monitorare la sostenibilità sono di sostegno alle azioni dell'amministrazione e del cittadino, e non solo un rappresentazione aggregata dei dati. Si differenziano però da un Cruscotto per le Smart City perché toccano solo alcuni temi specifici e soprattutto perché non generano permettono di generare nuova conoscenza attraverso algoritmi di Data Mining o con l'analisi degli scenari.

Nel prossimo Capitolo verrà mostrato come è possibile sviluppare un Cruscotto che sia in grado di generare nuova conoscenza dai dati in possesso, anche se tuttora non esista un'implementazione di un Cruscotto che sia in grado di analizzare come alcune iniziative possano avere un certo effetto sugli indicatori chiave. Quest'ultimo passaggio logico verrà spiegato nel **Capitolo 6**.



### 5.2.3 *IcityLAB*

La già citata piattaforma IcityLAB (<http://www.icitylab.it/>), che raccoglie gli indicatori che sono stati selezionati per stilare la classifica IcityRate, fa da raccordo tra le due tipologie di Cruscotto definite: ha le funzionalità di un Cruscotto per la sostenibilità ma raccoglie indicatori di un Cruscotto Smart.

La scelta di posizionare questa piattaforma nella categoria **Cruscotto sostenibilità** deriva dalle funzionalità di reportistica che supporta. Esistono due tipi di navigazione dei dati una base e una avanzata (premium). Le funzioni di base messe a disposizione dal portale consentono di effettuare, con accesso libero da parte degli utenti, le seguenti elaborazioni:

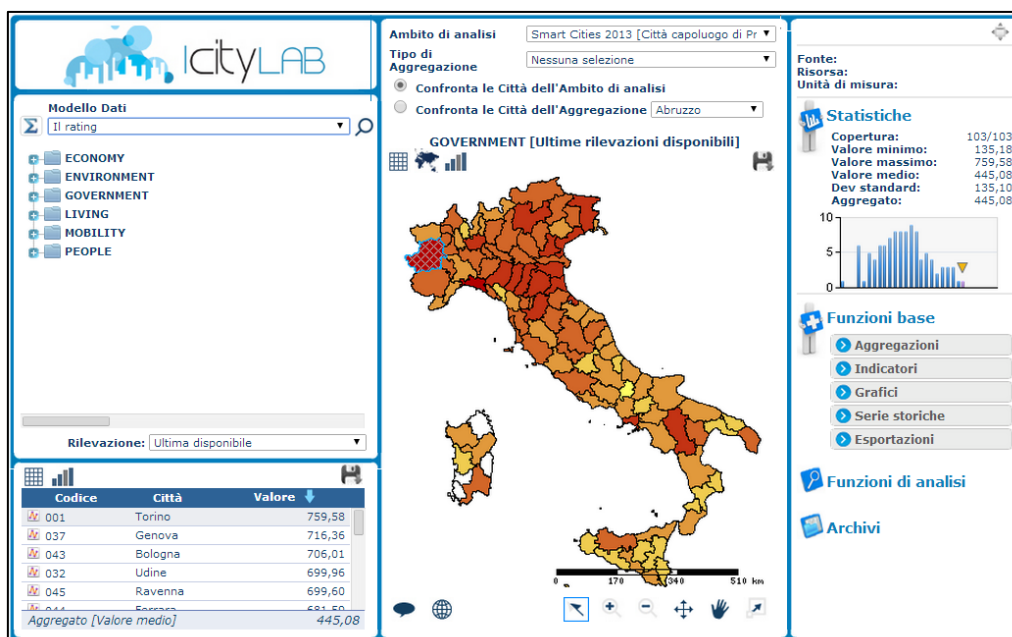
- Rappresentazione dei valori e degli andamenti dei singoli indicatori, consentendone la visualizzazione con diverse modalità (grafici, mappe georeferenziate e tabelle numeriche) in funzione delle specifiche esigenze.
- Esportazioni di dati, per estrarre, in formato testuale excel o csv, indicatori ed elaborati.
- Funzioni di Analisi, che, grazie all'impiego di semplici algoritmi di normalizzazione, consentono valutazioni e confronti sugli indicatori:
  - il Checkup consente di evidenziare lo “stato di salute” di un Comune capoluogo (o di una aggregazione di capoluoghi di provincia), mediante il calcolo di un indice (lo scostamento percentuale dalla media) per ciascuno degli indicatori presenti in una certa area tematica;
  - il Benchmarking consente di mettere a confronto contemporaneamente tre o più Capoluoghi di provincia in riferimento agli indicatori di un'area tematica;
  - il Report produce un file in formato pdf (o più di uno se lo si esegue per più Capoluoghi) in cui si riportano le informazioni degli indicatori presenti nelle Aree Tematiche selezionate, il file è immediatamente utilizzabile per la pubblicazione o la diffusione delle elaborazioni;
  - la Gap Analisi consente di evidenziare lo scostamento tra due

capoluoghi di provincia (e/o Aggregazioni), in riferimento agli Indicatori di un'area tematica e risulta quindi utile per capire quali sono i punti di forza o di debolezza di un Comune capoluogo rispetto ad un altro che funge da riferimento.

- Creazione di Archivi nei quali è possibile memorizzare gli elaborati, in formato pdf, realizzati dal back-office (sia Report e Studi, sia documenti più articolati, come Osservatori, realizzati utilizzando i vari elaborati generabili nel sistema, corredandoli di commenti e note).

Le funzionalità avanzate invece prevedono:

- creare e salvare nuovi indicatori utilizzando quelli già disponibili;
- creare e salvare aggregazioni di Comuni diverse da quelle già impostate, su cui poter applicare tutte le funzioni di analisi;
- creare e salvare grafici e serie storiche relative ad uno o più indicatori e ad uno o più Sistemi Città;
- generare SWOT analysis “assistite” per supportare la definizione di strategie e piani di intervento per la Crescita e lo Sviluppo del Sistema Città.
- creare indicatori completamente nuovi, organizzandoli in Aree Tematiche e modelli definiti dagli utenti;
- Produrre “Studi” e “Osservatori”, attraverso un ambiente evoluto di editing che consenta di utilizzare tutti gli elaborati prodotti con le funzioni della piattaforma, memorizzati di volta in volta in un archivio di elaborati. Le funzioni di editing consentono di generare documenti complessi, pubblicabili in formati pdf, integrando gli elaborati generati dal sistema (mappe, grafici, tabelle, classiche), con descrizioni, note e commenti.



**Figura 28 - Piattaforma ICityLab**

Nella figura Figura 28 - Piattaforma ICityLab viene mostrato il portale di navigazione degli indicatori con l'elenco delle Aree Tematiche la cartina dell'Italia in cui sono rappresentati con variazioni cromatiche i valori degli indicatori e una terza colonna con le statistiche (copertura, valore massimo, valore minimo, valore medio, deviazione standard e aggregato) e le funzionalità.

Gli indicatori che sono stati raccolti sono stati scelti per cercare di descrivere tutti gli aspetti di una Smart City. Questa considerazione apre la strada per introdurre, nel prossimo paragrafo il concetto di Cruscotto Smart che non solo raccoglie indicatori della Smart City ma che svolge analisi che generano nuova conoscenza.

## 5.3 CRUSCOTTO SMART

### 5.3.1 Torino

“Il Cruscotto direzionale a disposizione della Città di Torino è stato pensato per essere di supporto al Comune per l'analisi permanente, dinamica e georeferenziata degli indicatori di contesto e degli indici di valutazione che sono a supporto del *Piano Strategico di Torino Smart City*”(Carbone & Ricca, 2011)

Il Cruscotto di Torino (<http://www.torinosmartcity.it/>), sviluppato da CSI (Consorzio per il Sistema Informativo) Piemonte nasce dall'analisi di un problema: la sicurezza urbana. Nel 2009 nasce l'idea di sviluppare un Cruscotto che raccolga i dati dal territorio e monitori la sicurezza urbana, mettendo in relazione fra loro diversi indicatori. I dati che sono stati raccolti sono di diverso tipo, demografici, economici, e soggettivi che analizzino la percezione che il cittadino ha sulla sicurezza.

Il tipo di analisi che venivano svolte permettono all'amministrazione di capire quali zone sono più o meno sicure nella città, quanto si discostava la percezione di sicurezza del cittadino rispetto al reale grado di criminalità presente in una zona oppure di identificare come alcuni indicatori fossero correlati con il livello di criminalità nelle strade.

Esempio: Si è evidenziato come i quartieri in cui l'illuminazione pubblica deficitava avevano una maggior propensione ad essere la scena per azioni criminali.

Due anni più tardi si amplia il raggio d'azione e sul modello del Cruscotto per la sicurezza si comincia a svilupparne uno per l'energia intraprendendo un percorso che permetta la completa mappatura delle principali Aree Tematiche della città.

Le Aree Tematiche a cui si è dato priorità sono quelle associate a 45 progetti in

essere nella città di Torino; i progetti Smile. Le Aree Tematiche o domini verticali sono:

- Mobility
- Inclusion
- Life&Health
- Energy

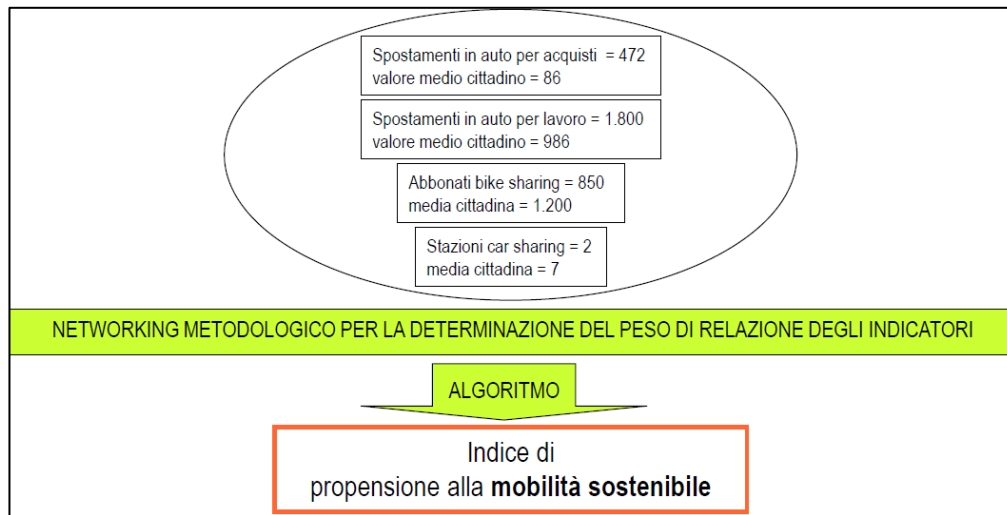
Ad oggi il Cruscotto di Torino è una piattaforma di Business Intelligence che permette di mettere a fattor comune dati e informazioni georeferenziati, contiene mappe e indicatori ed è integrato con una Networking Platform per coinvolgere cittadini, imprese ed altre parti interessate.

Il Cruscotto è caratterizzato da:

- Fruibilità via web
- Facilità di utilizzo
- Immediatezza dei risultati
- Possibilità di alternare analisi di tipo territoriale e analisi dell'indicatore
- Scalabilità dei contenuti, con possibilità di:
  - definirli granularmente
  - cambiarli nel tempo
  - accedervi in modo stratificato per vari livelli dell'amministrazione

I dati possono essere sia interni, provenienti dal sistema informativo del comune, sia esterni all'amministrazione, e una volta raccolti vengono caricati in un *Datawarehouse* che alimenta il Cruscotto. Successivamente i dati caricati sono associati e confrontati, georeferenziati e analizzati, per restituire indicatori e indici, ovvero informazioni aggregate e immediatamente utilizzabili.

Nel caricare i dati nel datawarehouse c'è un'evoluzione da dato a informazione allo scopo di ridurre la complessità dei fenomeni ed ottenere indici di sintesi a sostegno delle azioni



**Figura 29 - Cruscotto Torino creazione indici**

Le principali fonti per la generazione di indici sono

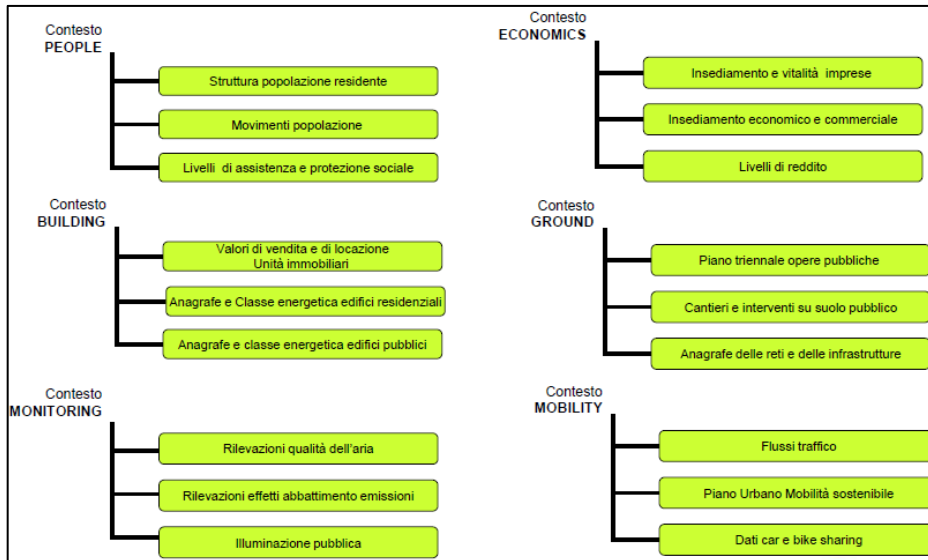
1. *Area contesto*
2. *Area governo*
3. *Area percezione e rappresentazione*

La prima area, "l'area contesto" prende in considerazione i principali raggruppamenti delle tematiche cittadine per cui l'amministrazione può agire con più efficacia:

- Contesto persone
- Contesto economico
- Contesto edifici
- Contesto suolo pubblico
- Contesto monitoraggio
- Contesto mobilità

Nell'immagine che segue vengono evidenziate le principali componenti dei singoli

contesti.



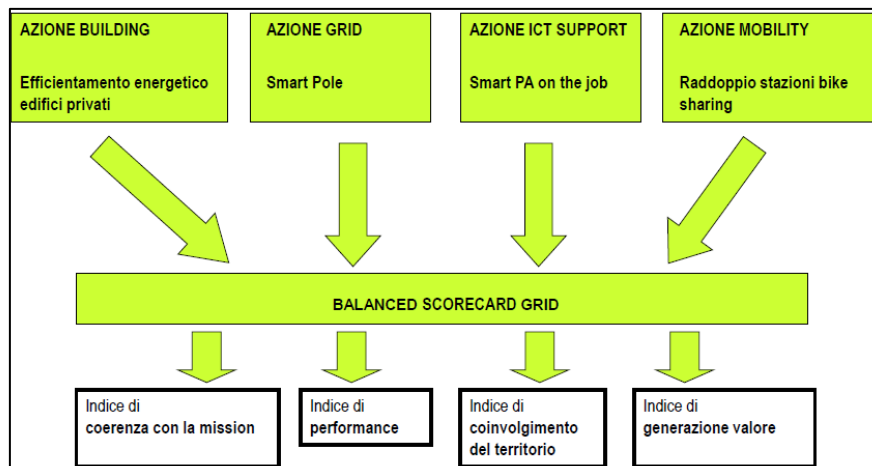
**Figura 30 - Cruscotto Torino contesti**

Lo strumento principale per estrarre indicatori di sintesi dell' "area governo" è la balanced scorecard<sup>10</sup> (Kaplan & Norton 1992) che rappresenta una modalità di rappresentazione aggregata delle azioni attivate dal piano strategico cittadino per lo sviluppo della Smart City. La balance scorecard prende in ingresso le azioni relative ai principali progetti (Building, Grid, Ict Support, Mobility) e restituisce indici di:

- Coerenza con la mission
- Performance
- Coinvolgimento del territorio
- Generazione valor

---

<sup>10</sup> Strumento di supporto nella gestione strategica dell'impresa che permette di tradurre la missione e la strategia dell'impresa in un insieme coerente di misure di performance, facilitandone la misurabilità (Kaplan & Norton 1996).

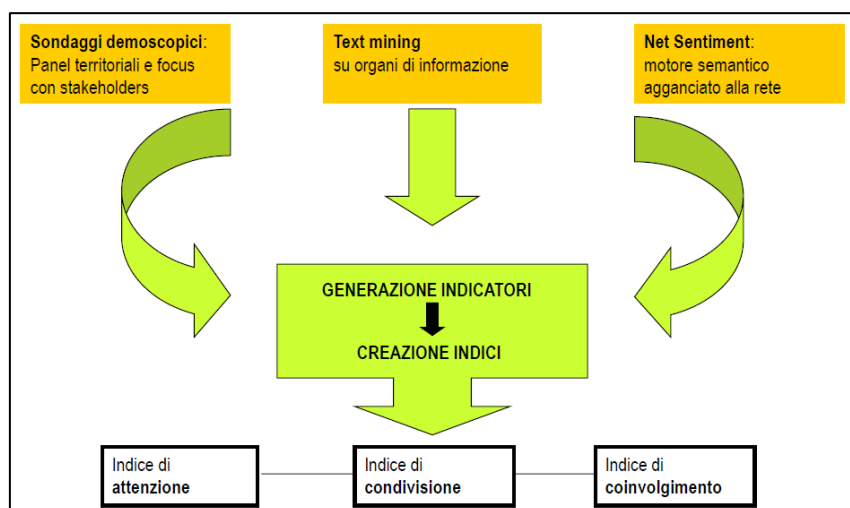


**Figura 31 - Cruscotto Torino "Area Governo"**

L'ultima fonte per estrarre gli indici è "l'area percezione e rappresentazione" attraverso cui vengono elaborati gli orientamenti diffusi degli stakeholders della città tramite sondaggi, text mining e net sentiment.

Gli indicatori che vengono generati sono di:

- Attenzione
- Condivisione
- Coinvolgimento



**Figura 32 - Cruscotto Torino "Area Percezione e Rappresentazione"**



Infine tutti gli indicatori vengono archiviati e messi a disposizione per analisi.

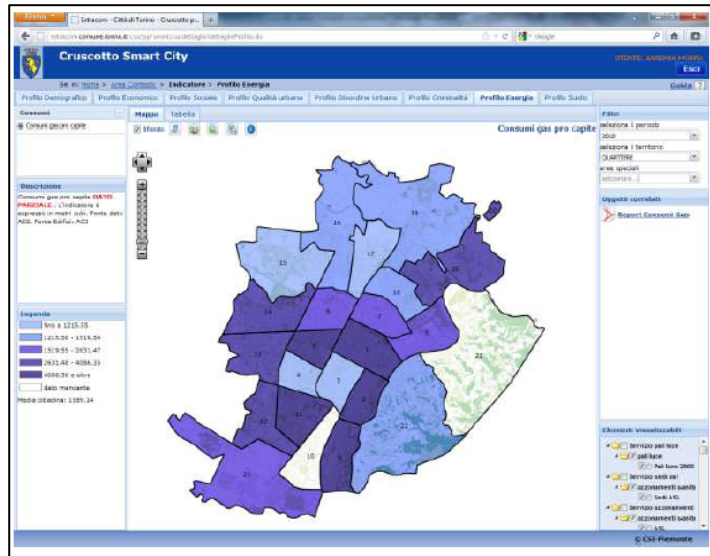
Le funzionalità del Cruscotto sono principalmente di due tipi:

1. Reportistica
2. Forecasting

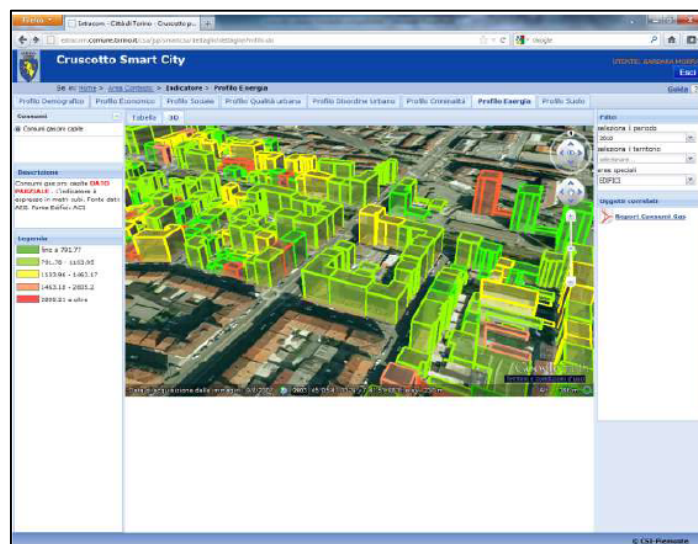
### **Reportistica**

La funzionalità di reportistica consiste nello studio e nella rappresentazione degli indicatori e nel monitoraggio dell'andamento nel tempo degli indicatori. Il supporto informativo è efficace per definire un'eco-mappa della città che metta in relazione segmenti di servizio (sicurezza, acqua, trasporti, salute, economia, infrastrutture) interconnettendoli grazie a un sistema integrato. La raccolta di informazioni sarà condotta tramite viste, rielaborazioni predittive, point of delivery e realtà aumentata. La rappresentazione è valorizzata dalla georeferenziazione dei dati che consente di proiettarli sul territorio.

La georeferenziazione, abilitata da un'ampia banca dati correlati con il territorio abilita una rappresentazione dei dati intuitiva e allo stesso tempo con un elevatissimo livello di dettaglio, permettendo di visualizzare facilmente informazioni aggregate senza rinunciare dell'informazione dettagliata.



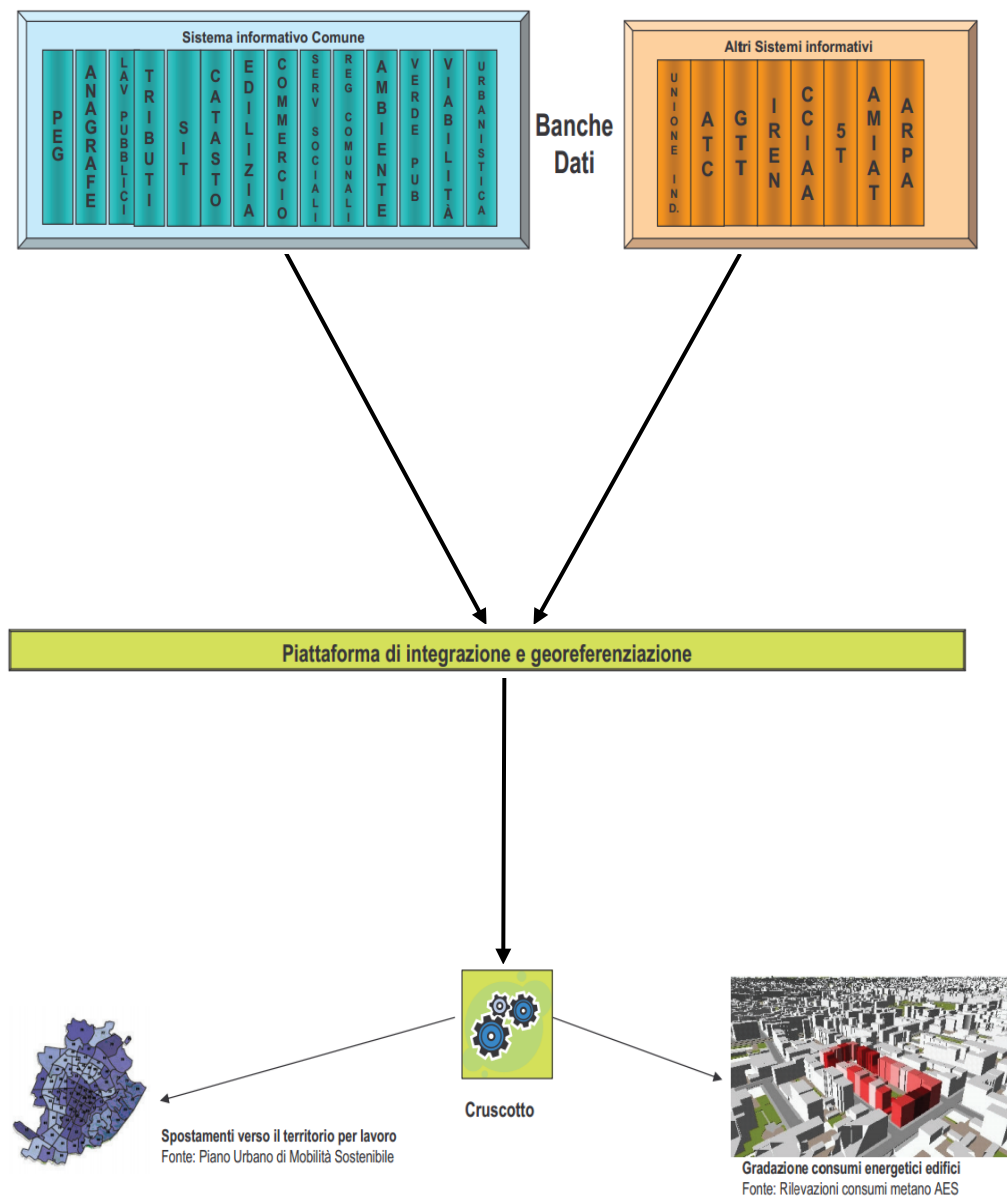
**Figura 33 - Crusotto Torino: rappresentazione risultati/1**



**Figura 34 - Crusotto Torino: rappresentazione risultati/2**

**Esempio:**

Spostamento verso il territorio per lavoro, vengono descritti i flussi all'interno della città. Gradazione consumi energetici edifici, il dato di consumo energetico è mappato sulla città mostrando gli edifici più efficienti.



**Figura 35 - Cruscotto Torino: Piattaforma di integrazione e georeferenziazione**

## 1. Forecasting

La funzionalità di studio dei dati prende in ingresso gli indici precedentemente costruiti e svolge analisi di Data Mining e visual analytics. Gli algoritmi di analisi sono forniti da SAS® e consentono di svolgere analisi di correlazione, previsione trend territoriali, simulazioni di efficacia e previsione a brevi periodi.

SAS ha fornito a CSI Piemonte la tecnologia per integrare il patrimonio informativo della Città in un framework decisionale unificato. In particolare gli “High Performance Analytics” permettono di visualizzare dati che provengono da fonti eterogenee, gli utilizzatori del Cruscotto possono così monitorare con estrema accuratezza i risultati dei progetti e delle iniziative messe in atto, effettuare simulazioni per identificare le azioni più efficaci e correggere gli eventuali scostamenti rispetto agli obiettivi attesi”

In sintesi, ad oggi il Cruscotto ha lo scopo di “mettere a fattore comune in tempo reale dati e informazioni geo-referenziati rilevati da enti e soggetti del territorio” è una piattaforma di Business intelligence a disposizione della Città di Torino per l’analisi permanente, dinamica e georeferenziata degli indicatori di contesto, degli indici di valutazione e degli indicatori.

Nonostante il *Cruscotto* abbia funzionalità di analisi avanzate supportate dai modelli di datamining non supporta ancora la funzionalità di analisi degli scenari che viene ipotizzata in questa trattazione.

## 6 CRUSCOTTO PER LA SMART CITY

Il percorso fino a questo punto ha evidenziato quali sono i principali strumenti per monitorare la Smart City. Le classifiche gli indicatori e i cruscotti permettono di avere una visione, per quanto possibile, completa di tutti gli aspetti della città interessati. L'unico difetto è che la visione è limitata al passato; tutti i dati che vengono raccolti sono riferiti a progetti e informazioni già registrati. Affinché uno strumento sia di reale sostegno all'amministrazione nel prendere decisioni deve anche essere in grado di fare delle previsioni sul futuro.

A questo proposito viene proposto un Cruscotto chiamato "*Cruscotto per la Smart City*" che è un'evoluzione dei cruscotti visti fino ad ora e che ingloba gli altri strumenti presentati, gli indicatori e le classifiche. Un'evoluzione in quanto è dotato di una funzionalità di previsione in grado di determinare la variazione di alcuni indicatori in seguito all'implementazione di alcune azioni. Verranno descritte sia le linee guida di progettazione del Cruscotto sia l'utilizzo delle sue funzionalità principali.

Nel paragrafo introduttivo (2.2) sono stati definite le strategie (bottom up e top down) per portare una città alla sua trasformazione. In entrambe le strategie, sia che i progetti siano decisi dall'amministrazione in logica Top Down sia che la Smart City nasca dall'insieme di soluzioni isolate, la città trarrebbe notevole vantaggio dall'aver un database di dati a disposizione della comunità. Raccogliere informazioni consente di capire lo stato dell'arte della città e di poter confrontarsi con altre realtà attraverso dei benchmark, per capire quali possano essere i progetti più idonei. Anche da queste considerazioni nasce l'idea del Cruscotto: uno strumento in grado di elaborare e rappresentare i dati, per capire a quali esigenze l'amministrazione deve rispondere e a che tipo di problematiche bisogna affrontare nel momento della implementazione delle politiche per il territorio. Il Cruscotto è di sostegno all'amministrazione e alla comunità nel processo di trasformazione verso la Smart City sotto vari punti di vista:

- Raccolta dati
- Analisi dei trend nel tempo
- Benchmarking con altre realtà
- Sostegno nelle decisioni

Con i dati che raccolti e integrati la città è descritta in tutti i suoi aspetti: sociali, economici ed ecologici. Il Cruscotto fornisce alla comunità una visione analitica della città, permettendo di capire le priorità degli interventi da compiere e soprattutto l'impatto che questi avrebbero sulla città.

## 6.1 DEFINIZIONE

*Uno strumento di supporto per la pianificazione strategica cittadina, in grado di generare scenari di simulazione predittiva grazie all'analisi dinamica degli indicatori di contesto.*

Il Cruscotto svolge due funzioni principali:

2. **Reportistica**: analisi dei dati per generare informazioni aggregate indici e grafici. analisi dei trend di dati nel tempo, confronto dei dati e benchmarking. Analisi dinamica degli indicatori e rappresentazione congiunta di più indicatori (Rosales 2011)
3. **Simulazione**: definisce come alcune azioni o una combinazione di esse, che potrebbero essere intraprese dall'amministrazione pubblica, impattino su degli indicatori chiave (Key Performance Indicator- KPI) (Mcnamee & Philbrook 2009). I KPI di interesse pubblico, ambientali economico o amministrativi, vengono monitorati attraverso scenari di simulazione predittiva (what-if analysis) (Appel et al. 2013), al fine di supportare la pianificazione strategica e operativa dell'amministrazione comunale.

## 6.2 PROGETTAZIONE, AGGIORNAMENTO E UTILIZZO DEL CRUSCOTTO

La progettazione di un Cruscotto è un procedimento composto da alcuni passi preliminari che portano alla definizione degli input(Ariyachandra & Watson 2010), allo sviluppo informatico di un datawarehouse e di alcuni algoritmi, e alla descrizione di come vengono rappresentati i risultati ottenuti dalle analisi e le ripercussioni che questi avranno sul processo decisionale dell'amministrazione.

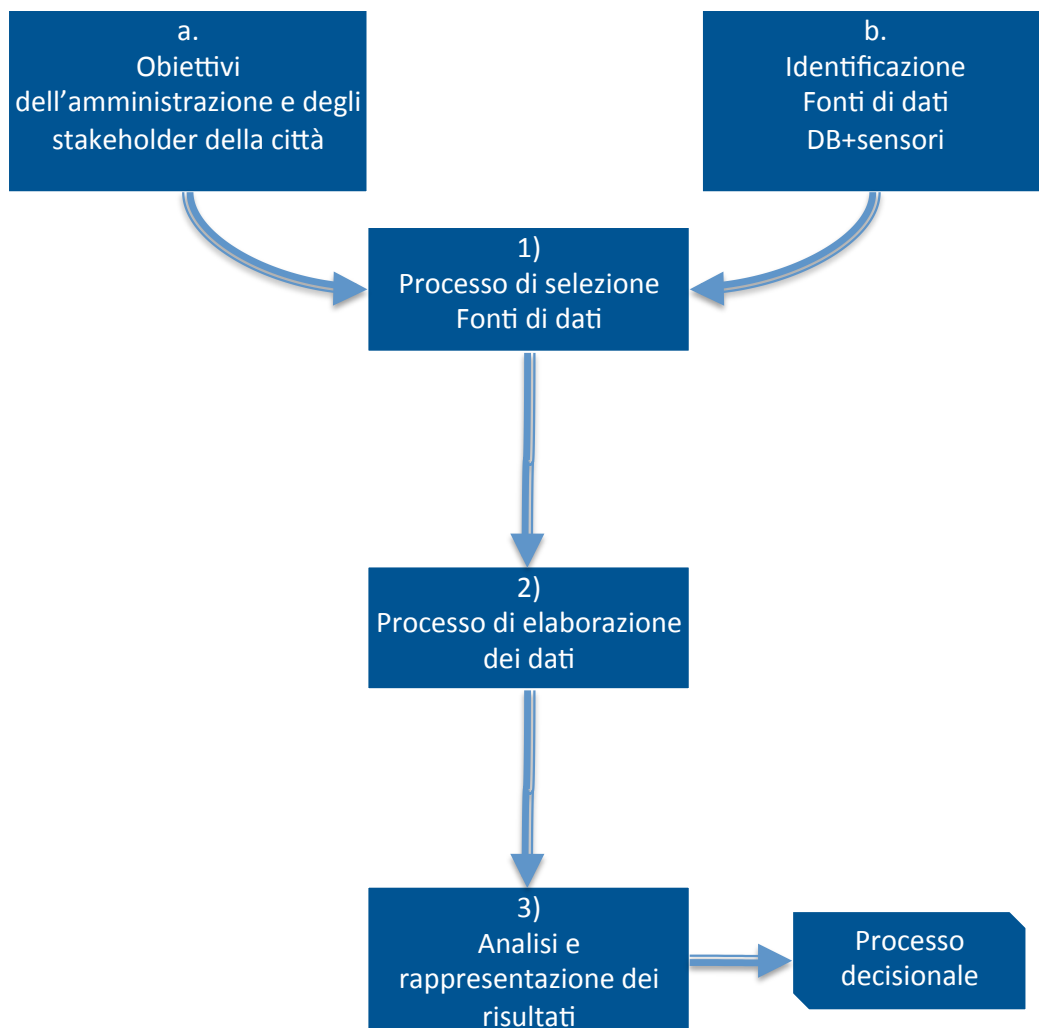


Figura 36 - Processo di utilizzo del Cruscotto



Nello specifico la **Figura 36** mostra i passi da compiere ogni qualvolta si voglia mettere a punto il Cruscotto per un nuovo insieme di analisi. La rappresentazione è valida sia per descrivere la prima implementazione sia i successivi aggiornamenti.

Per facilitare e velocizzare l'implementazione del Cruscotto, esso viene progettato una sola volta ma è possibile svolgere una procedura di aggiornamento dei dati ogni qualvolta si voglia analizzare una diversa area tematica della Smart City o diversi insieme di obiettivi. La modularità, che caratterizza l'analisi delle Aree Tematiche, permette di rendere operativo da subito il Cruscotto, senza bisogno di aspettare che tutti i dati vengano cercati e messi in relazione. Il procedimento che viene di seguito descritto deve essere fatto ogni qualvolta si voglia analizzare una nuova area tematica:

- a. La definizione dei propositi dell'amministrazione è stata identificata come passo esterno al processo di utilizzo vero e proprio, perché rappresenta la motivazione che dà avvio all'intero processo ed è rappresentabile da una carta di intenti, e da una visione di lungo termine o da un insieme di obiettivi non necessariamente misurabili. Principalmente evidenzia l'area di azione che si vuole andare ad analizzare con il sostegno del Cruscotto.
  - b. L'identificazione dei database che contengono i dati sensibili per l'amministrazione, e dei sensori che monitorano la città, è incluso in questo processo ma non è definito formalmente come passo da seguire. Questo perché in linea di massima, è un'operazione che viene fatta solo nel momento di progettazione del Cruscotto. Fa comunque parte di questo processo poiché l'insieme di dati e i link a questi, vengono aggiornati ogni qualvolta si dà avvio ad una nuova analisi. In più da questa fase attinge il primo passo di analisi selezionando i database rilevanti.
- 1) La prima fase operativa nell'utilizzo del Cruscotto prevede la selezione dei database e dei sensori che hanno qualche pertinenza con il tipo di analisi che si vuole svolgere in base ai propositi del comune. Da questo passo devono emergere i collegamenti che instaurano con i vari database e la

relazione che questi hanno nei confronti dei propositi e sarà descritto congiuntamente al prossimo passo nel **Paragrafo 6.5**.

**Esempio:**

Se il proposito è analizzare la mobilità alternativa a Milano, i database che verranno selezionati saranno quelli inerenti alla mobilità:

- Dati atm
- Dati istat
- Sensori AMAT (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio)
- Classifiche sulla smart mobility

2) Il processo di elaborazione è la parte centrale di tutta l'analisi esso consiste: nella selezione degli indicatori chiave, nell'identificazione delle azioni che si vogliono simulare e nella definizione delle relazioni tra indicatori e tra azioni. È la fase che descrive l'algoritmo di funzionamento dell'analisi degli scenari, che deve essere fatto dal cruscotto ad ogni nuova analisi.

3) Nell'ultima fase vengono letti i risultati e il processo con cui si è giunti ai risultati. L'analisi degli scenari è dipendente dalle relazioni che si instaurano tra le azioni e gli indicatori e per questo può avere dei tratti di soggettività. Per questo motivo può essere preso in considerazione la necessità di svolgere analisi di sensitività per capire la robustezza dei risultati.

In aggiunta a questa fase si trova il processo decisionale che non farà parte di questa trattazione perché il Cruscotto e i suoi risultati devono essere un sostegno alle decisioni che verranno sempre e comunque prese da un decision maker.

## 6.3 STRUTTURA LOGICA DEL CRUSCOTTO

La struttura del Cruscotto si sviluppa su 4 livelli

1. Livello informazioni
2. Livello conoscenza
3. Datawarehouse e algoritmi
4. Livello dei risultati

**Nel primo livello** vengono raccolte indiscriminatamente tutte le informazioni che possono essere inerenti alla tematica che si vuole analizzare. Alcune possibili fonti sono:

- Classifiche Smart City
- Documentazione e sistemi informativi comunali
- Interviste agli stakeholder della città
- Questionari ai cittadini e ai turisti

**Nel secondo livello** le informazioni, provenienti dalle diverse fonti sono sintetizzate attraverso una serie di indicatori e trasformate in conoscenza. Alcuni indicatori coincideranno con gli indicatori scelti nelle classifiche, altri terranno in considerazione la qualità della vita e la soddisfazione del cittadino, e altri ancora rappresenteranno i principali fattori economici dell'amministrazione descrivendone lo stato di salute e i limiti di budget.

Una selezione degli indicatori, i KPI, avranno un ruolo di rilievo nella funzione di simulazione del Cruscotto rappresentando la chiave di lettura dei risultati degli scenari di simulazione. I KPI sono anche gli indicatori che, monitorati nel tempo, consentono di generare una reportistica sulle principali caratteristiche della città, confrontandola con se stessa nel tempo e con altre realtà virtuose.

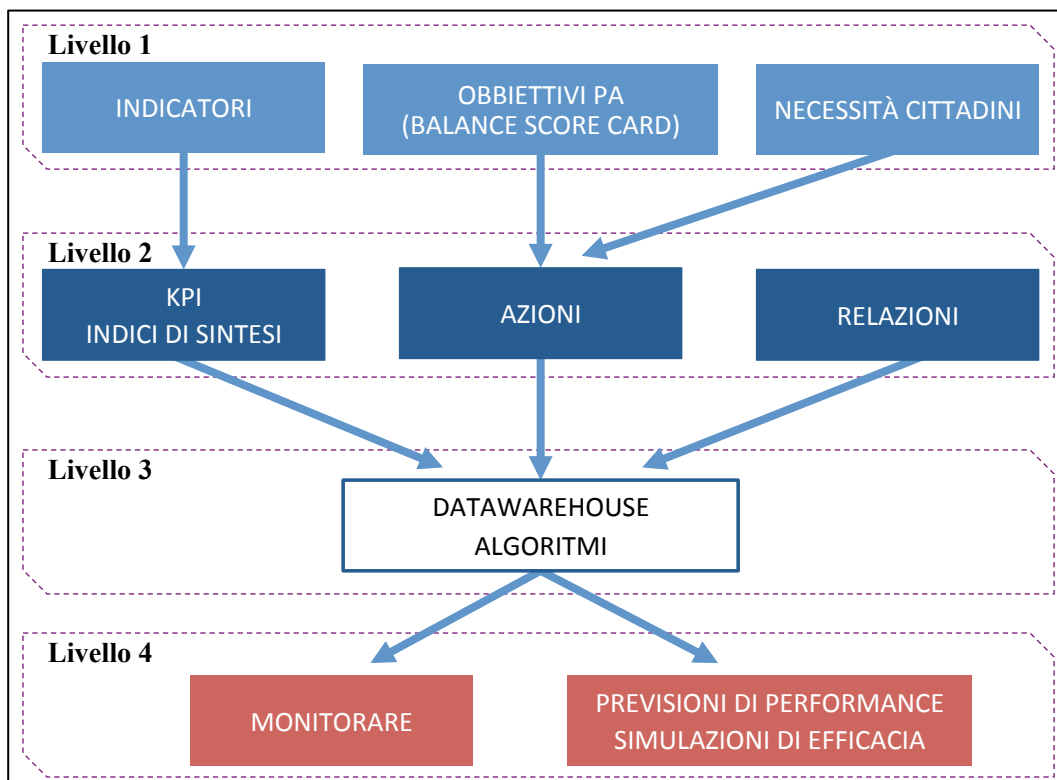
Oltre agli indicatori il database comprende un elenco di *azioni* che permettono di generare gli scenari di simulazione. Il Cruscotto dopo aver definito una relazione tra le azioni e i KPI genera la reportistica su come l'implementazione di un'azione

comporta una variazione nei KPI scelti. Lo scenario di simulazione permette di monitorare se l'implementazione di un'azione può portare una serie di indicatori al disopra di alcune soglie obiettivo prefissate dal Comune.

Il tipo di dati che il Cruscotto accetta in ingresso sono:

- Indicatori e KPI
- Azioni
- Relazioni indicatori - KPI
- Relazioni indicatori – azioni

**Nel terzo e quarto livello** sono evidenziati il datawarehouse e tutti i modelli e gli algoritmi di calcolo che saranno necessari per lo sviluppo di analisi sui dati siano esse di reportistica o di forecasting.



**Figura 37 - Struttura del Cruscotto**

## 6.4 ARCHITETTURA DEL CRUSCOTTO

Dopo aver descritto la struttura del Cruscotto viene di seguito introdotta l'architettura informatica che è strutturata su due ambienti principali, il livello dati e il livello applicazioni. I quali a loro volta sono suddivisi in altri due sotto livelli, rispettivamente le sorgenti di dati e il database, e gli algoritmi e la rappresentazione grafica e presentazione dei dati.

Architetturalmente il Cruscotto si configura come un sistema di business intelligence, composto da un ambiente dati, e un ambiente applicazioni nell'ambiente dati viene implementato un datawarehouse e vengono inclusi tutte le sorgenti di dati in cui sono contenute le informazioni con cui alimentare il cruscotto. Le sorgenti di dati sono esterne all'implementazione del Cruscotto e comprendono:

---

**Dati interni** Tutte le informazioni reperibili all'interno dell'amministrazione materiale sia già in formato informatico sia in formato cartaceo, che devono venir trasformate

---

**Dati esterni** I dati reperibili da società di analisi da osservatori sulle Smart City, o da classifiche

---

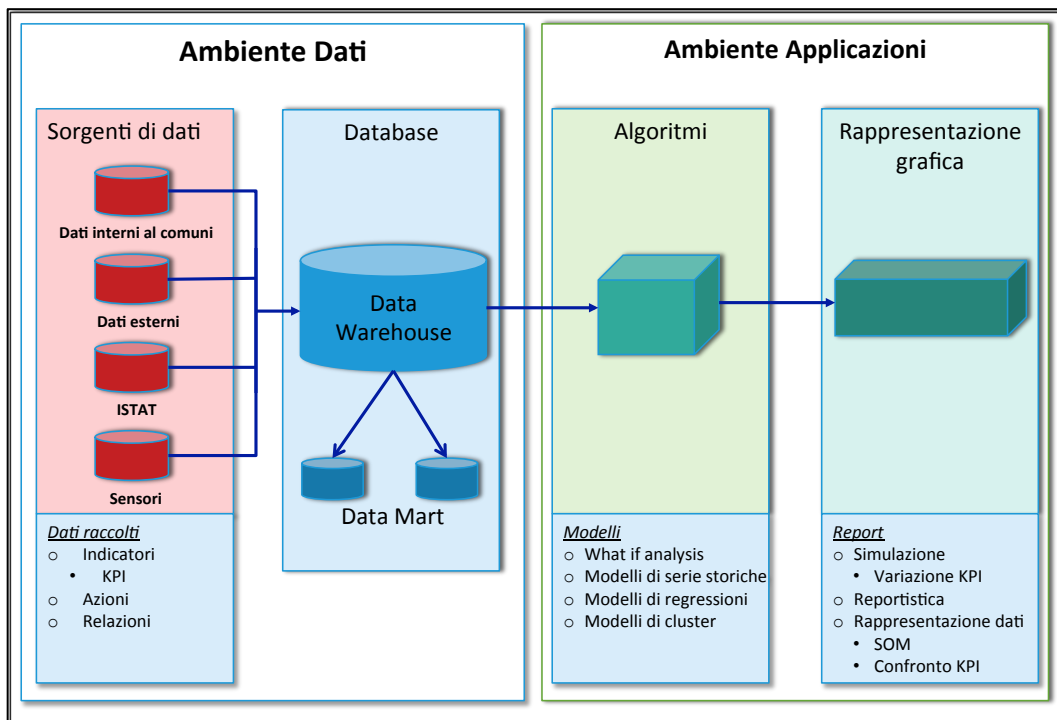
**Istat** Questa categoria di dati potrebbe essere considerata una sottocategoria dei dati esterni ma per via della rilevanza assume un rilievo particolare. Ogni anno l'istituto di analisi statistiche italiano genera fogli di calcolo con informazioni su tutti i comuni italiani in tutte le aree di interesse per l'amministrazione

---

---

**Dati raccolti dal territorio** In questa categoria rientrano le interviste con gli stakeholder del territorio: cittadini, imprese, associazioni di categoria e chiunque possa avere interessi nel partecipare alla costruzione di una città smart

---



**Figura 38 - Architettura informatica del Cruscotto**

Le sorgenti devono contenere tutti i dati necessari per le operazioni di simulazione e reportistica:

- Indicatori (KPI)
- Azioni
- Relazioni (indicatori-KPI/azioni-KPI)

Al datawarehouse sono associati gli strumenti ETL (Extract Transform Load), necessari per l'estrazione la trasformazione e il caricamento di dati nel database.

La struttura modulare del database è realizzata attraverso l'implementazione di alcuni datamart, che rappresentano database di dimensioni ridotte utilizzati per singole *Aree Tematiche*. Contengono dati specifici e permettono di snellire le operazioni di calcolo riducendo i tempi di esecuzione

Ai dati inclusi nel database sono associati dei metadati anche chiamati “dati di dati”, che permettono di tenere traccia della sorgente dei dati, delle trasformazioni avvenute e del significato.

L'ambiente applicazioni comprende gli algoritmi di calcolo e le applicazioni necessarie per la rappresentazione grafica. Gli algoritmi sono il core dello strumento consentono di sviluppare le simulazioni, di produrre tutte le informazioni necessarie per la generazione dei vari report, elaborando i dati immagazzinati nel datawarehouse

In questo ambiente si trovano anche gli algoritmi in grado di generare nuova conoscenza a partire dai dati già immagazzinati, i cosiddetti algoritmi di Data Mining:

- Modelli di serie storiche
- Modelli di regressioni
- Modelli di cluster

La rappresentazione grafica invece è il livello che elabora i risultati degli algoritmi producendo grafici, tabelle e mappe per la lettura semplificata dei risultati, qui sono inclusi anche la rappresentazione delle Self Organization Maps. In quest'ambiente è implementata anche la piattaforma web-based sui cui si appoggia il front end del Cruscotto

## 6.5 PROCESSI DI SELEZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Nei paragrafi che seguono saranno analizzati i passi 1 e 2 definiti nella **Figura 36**: i processi di selezione ed elaborazione dei dati. Questi due passi vengono analizzati assieme perché metodologicamente, ogni qualvolta che si sceglie di analizzare un'area tematica e che vengono selezionati vari database contenenti sia gli indicatori sia le azioni, è necessario definire subito dopo le relazioni. Scelti tutti gli indicatori essi vengono analizzati e una volta selezionate le azioni, vengono messe in relazione con gli indicatori. Poter elaborare i dati subito dopo averli raccolti, consente di analizzarli avendo una visione chiara senza correre il rischio di perdere informazioni acquisite piuttosto che cadere in confusione. La procedura da seguire sarà la seguente:

1. Raccolta dati: indicatori
  - a. Selezione degli indicatori
  - b. Selezione dei KPI
  - c. Analisi delle relazioni indicatore-indicatore
2. Raccolta dati: azioni
  - a. Selezione azioni
  - b. Analisi delle relazioni azione-KPI
3. Analisi delle relazioni azione-azione: principio di sovrapposizione:

Il processo di raccolta dati deve portare alla definizione di una serie di KPI e una lista di azioni. Conseguentemente è definita una libreria di relazioni che viene arricchita a ogni inserimento di nuovi indicatori o nuove azioni. Dagli indicatori vengono estrapolati i KPI: una selezione degli indicatori, o una loro trasformazione, che meglio descrivono gli obiettivi dell'amministrazione e che permettono di monitorare l'evolversi di una Smart City tenendo conto di tutte le



sue caratteristiche.

La lista di azioni deriva da delle indagini in cui si coinvolgono i principali stakeholder della città (amministrazione, cittadini, imprese), dal coinvolgimento degli esperti e dalla consultazione della letteratura e dei best case.

L'obiettivo della fase di raccolta dati è di ottenere un insieme d'informazioni che siano in grado di descrivere la città. A questa fase bisogna porre molta attenzione, per evitare che il modello perda di validità, qualora vengano inseriti dati sbagliati, incompleti o incoerenti con gli obiettivi che si vogliono monitorare.

In sintesi il tipo d'informazione con cui è alimentato il Cruscotto sono:

- **Indicatori e KPI:** Descrivono la città nei suoi vari aspetti, misurano nel dettaglio le varie tematiche della Smart City
- **Azioni:** Raccolta d'iniziative volte a raggiungere gli obiettivi dell'amministrazione, possono essere raccolte tra i suggerimenti degli amministratori, dei cittadini o degli altri stakeholder della città.
- **Relazioni:** Rappresentano matematicamente o qualitativamente, in casi di assenza di informazioni, le interconnessioni tra i vari dati. Possono essere del tipo:
  - Indicatore-Indicatore
  - Azione-KPI
  - Azione-Azione

### *6.5.1 Raccolta dati: selezione indicatori*

Gli indicatori ricoprono diverse funzioni: descrivono analiticamente la città nei suoi vari aspetti, rappresentano l'insieme di dati di base tra cui vengono scelti i KPI per le analisi di simulazione, sono oggetto di studio nelle applicazioni di reportistica. Per questo motivo la scelta degli indicatori deve essere molto accurata, devono anzitutto essere misurabili (quantitativamente o qualitativamente) ma soprattutto devono nel loro insieme dare una visione completa delle maggiori

tematiche urbane sotto vari punti di vista, rappresentano sia gli obiettivi, sia gli indicatori di passaggio attraverso la cui variazione si agisce sugli obiettivi

Gli indicatori vengono selezionati sia in base alla loro capacità di descrivere la realtà cittadina, sia in base alla disponibilità di dati che si ha per completare il database. Il Cruscotto analizza i valori degli indicatori che saranno raccolti per più anni abilitando così l'analisi dei trend nel tempo.

Alcuni indicatori monitoreranno la smartness di una città (numero di auto car sharing nella flotta cittadina), altri invece saranno più di carattere ambientale (CO2 nell'aria) o economico (Introiti dall'area a traffico limitato).

Le principali fonti da cui attingere sono:

- **Database** cittadini, documenti e sistemi informativi del comune
- **Osservatori per le Smart City:**  
Società pubbliche o private che svolgono azioni di reportistica e che stilano classifiche raccogliendo i dati da diverse fonti, per confrontare tra loro le città.
- **Database ISTAT** (Istituto Nazionale di Statistica): l'istituto pubblica annualmente dei report che contengono dati su molti degli aspetti principali dei comuni italiani, vista la vastità d'informazioni che l'istituto mette a disposizione, va fatta una cernita dei dati più interessanti e attinenti.
- **Questionari** per analizzare lo stato di benessere riportato dal cittadino.  
Richiamando il **paragrafo 4.3** in cui è stata introdotta la *Subjective well being* data è possibile analizzare la qualità della vita dei cittadini in maniera diretta attraverso lo stato di benessere riportato direttamente da loro. Alcune classifiche in particolare quella del sole24ore analizzano la qualità della vita di una città prendendo in considerazione alcuni indicatori e stilando una vera e propria classifica aggregandoli fra loro. In questo caso invece si vuole ottenere un indicatore che misura la percezione riguardo alla qualità della vita dei cittadini. Questo indicatore sarà utilizzato dal

Cruscotto nella fase di reportistica come feedback dell'amministrazione per capire come le azioni implementate in seguito alle simulazioni del Cruscotto siano percepite dai cittadini. Per monitorare nel corso delle azioni intraprese dall'amministrazione se viene percepito un incremento di benessere da parte della popolazione

**Esempio:** Per l'area tematica Smart Mobility gli indicatori possono essere selezionati da varie fonti:

---

**ISTAT e DATI DEL COMUNE (FOCUS MOBILITA 2000 – 2011)**

*Densità di reti di autobus*

(km per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)

*Densità di tranvie*

(km per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)

*Densità di rete della metropolitana*

(km per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)

*Disponibilità di autobus*

(vetture per 10.000 abitanti)

*Disponibilità di filovie*

(vetture per 10.000 abitanti)

*Densità di fermate di autobus, tram e filobus*

(fermate per km<sup>2</sup> di superficie comunale)

---

*Densità di stazioni della metropolitana*

(stazioni per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)

*Domanda di trasporto pubblico*

(passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante)

*Tasso di motorizzazione*

(autovetture per 1.000 abitanti)

*Autovetture per standard emissivo*

(composizione percentuale)

*Densità veicolare*

(veicoli per km<sup>2</sup> di superficie comunale)

Dalle varie classificazione si possono estrapolare altri indicatori di rilievo, o se disponibile possono essere inserite tutte le classifiche, compresi i dati di altre città:

---

### **CLASSIFICHE SMART CITY 2011 (Ecosistema urbano 2013)**

*Numero totale di autovetture*

*% Elettriche e/o Ibride*

*Num. Elettriche e/o Ibride*

*Numero di Postazioni per la ricarica elettrica nella città*

*Circolazione autovetture per provincia e alimentazione (altro - no benzina, gpl, metano, gasolio)*

*% Auto alimentazione alternativa circolanti rispetto alla popolazione*

*CO2*

*Pedestrian areas*

*Cycle lanes*

*Green areas*

*Availability of ICT-infrastructure*

*Qualità dell'aria: No*

(Media dei valori medi annuali registrati da tutte le centraline urbane (g/mc))

*Qualità dell'aria: Pm10*

(Media dei valori medi annuali registrati da tutte le centraline urbane (g/mc))

*Qualità dell'aria: Ozono*

(Media del n° di giorni di superamento della media mobile sulle 8 ore di 120 ug/mc su tutte le centraline)

*Trasporto pubblico: passeggeri*

(Passeggeri trasportati annualmente (per abitante) dal trasporto pubblico (passeggeri/ab))

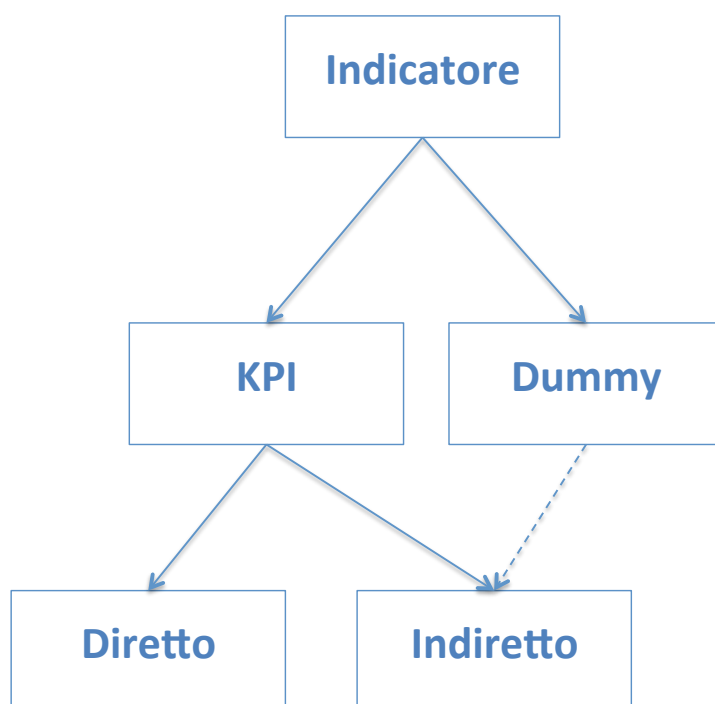
*Trasporto pubblico: offerta*

(Percorrenza annua (per abitante) del trasporto pubblico (km-vettura/ab))

*Aree verdi totali*

(Superficie delle differenti aree verdi sul totale della superficie comunale (m2/ha))

Nel paragrafo seguente sarà introdotto come selezionare i KPI che rappresentano l'asse centrale intorno a cui si costruisce l'analisi degli scenari. Lo scopo della simulazione sarà di verificare come determinate azioni comportano una variazione nel valore di alcuni KPI. Non sempre però i KPI hanno una relazione diretta con le azioni per questo motivo può essere necessario utilizzare dell'indicatore di passaggio (Dummy) che permetteranno di mettere in relazione l'azione e il KPI d'interesse.



**Figura 39 - Tassonomia indicatori**

Nella **Figura 39** viene rappresentata la tassonomia degli indicatori, i quali si dividono in due tipologie i KPI e i Dummy. I primi possono avere una relazione diretta o indiretta con l'azione interessata, nel caso sia indiretta, è necessario coinvolgere un indicatore Dummy. Da notare che a volte l'indicatore che è un KPI in un'azione può essere utilizzato come Dummy in un'altra azione.

**Esempio:**

Consideriamo l'azione Aumento di Km di pista ciclabile e due indicatori; Auto circolanti e CO2 nell'aria. Se l'obiettivo dell'amministrazione è di ridurre il livello di CO2 nell'aria (KPI), ed è stata scelta come iniziativa (Azione) l'aumento dei Km di pista ciclabile nelle città, per fare previsioni dell'impatto che potrebbe avere quest'azione sul KPI che si vuole monitorare, è necessario utilizzare un indicatore di passaggio: Le auto circolanti (Dummy). Il KPI è indiretto perché una sua variazione non è una diretta conseguenza dell'intraprendere l'iniziativa di aumentare i Km di pista ciclabile, mentre utilizzando l'indicatore Dummy, che è in relazione diretta sia con l'azione sia con il KPI obiettivo, è possibile collegarlo con essa.

### *6.5.2 Raccolta dati: selezione KPI*

Ricordando che i KPI sono degli indicatori che esprimono gli obiettivi della pubblica amministrazione. Sono legati al miglioramento della qualità della vita nella città oppure sono indicatori che monitorano fenomeni da tenere sotto controllo per motivi legislativi o in seguito ad accordi internazionali.

Sono derivati dagli indicatori selezionati, solitamente sono indicatori di sintesi o che rappresentano valori particolarmente significativi per una determinata area tematica. I KPI devono essere direttamente osservabili affinché possano essere monitorati e misurati.

Si scelgono indicatori che siano legati a un fenomeno reale su cui si può intervenire direttamente. Nel caso in cui la relazione, con l'azione che l'amministrazione vuole intraprendere, indiretta, si scelgono indicatori che possano essere messi in relazione con l'iniziativa attraverso l'introduzione di uno o più indicatori Dummy, direttamente collegati all'azione.

Si possono anche scegliere KPI che siano costruiti a partire dagli indicatori attraverso delle trasformazioni (Pyle et al. 1999):

- Somme pesate (indici di sintesi)
- Operazioni algebriche su più indicatori
- Trasformate di Fourier o Kernel

Per aggregare gli indicatori è usata la Logica Fuzzy introdotta nel **Paragrafo 4.1** in modo che ci sia una maggior oggettività negli indici di sintesi risultanti e non vi siano distorsioni.

Per scegliere quali KPI selezionare si ricorre a procedure non strutturate (Fernández-Sánchez & Rodríguez-López 2010) come il brainstorming, supportato visivamente da metodi di mind mapping (Buzan Tony Buzan 1994). Gli obiettivi programmatici della pubblica amministrazione, colloqui con esperti di settore, analisi della letteratura scientifica, studio dei best case internazionali o richieste dei cittadini, sono solo alcuni dei fattori da prendere in considerazione per scegliere quali KPI selezionare.

Come già accennato l'importante, nella scelta dei KPI, è che essi siano influenzabili da delle azioni che possono essere intraprese dalla pubblica amministrazione, questo perché i KPI sono indicatori che hanno una certa significatività e quindi meritano di essere monitorati, ma servono soprattutto per l'analisi degli scenari e se scegliamo un KPI che non sia facilmente misurabile o che non può essere modificato intenzionalmente lo studio delle previsioni perde di significato.

### *6.5.3 Analisi delle relazioni indicatore-indicatore*

È già stato accennato nei paragrafi precedenti come sia necessario a volte dover utilizzare indicatori di passaggio per descrivere analiticamente la relazione tra KPI e iniziative dell'amministrazione pubblica. Seppur le azioni che vengono intraprese hanno sempre un obiettivo finale, che dovrebbe essere identificato con



un KPI, l'eventualità che risulti necessario un indicatore Dummy, fa sì che sia necessario descrivere le relazioni tra i KPI e gli indicatori. Il procedimento che verrà descritto prevede che siano studiate tutte le relazioni a coppie tra gli indicatori, che essi siano KPI o semplici indicatori. Questo per diversi motivi primo, perché un'analisi preliminare degli indicatori, orientata alla ricerca delle relazioni, può portare ad una nuova conoscenza riguardo le interdipendenze tra indicatori, aprendo così nuove opportunità circa la possibilità di intervenire su KPI che prima si pensava non si potessero influenzare. La seconda ragione, di natura più pratica considera il fatto che spesso la definizione di questa relazione può richiedere la consulenza di un esperto: una volta contattato è opportuno analizzare tutte le relazioni anche in vista di un possibile utilizzo futuro non previsto. Infine non è escluso che quello che oggi è un indicatore non possa diventare un KPI un domani. Così facendo se si considerano tutte le relazioni, ci si assicura che sarà possibile sfruttare tutte le potenzialità in futuro.

Visto che però, spesso l'implementazione di sistemi complessi e il coinvolgimento di tanti attori può richiedere più tempo del previsto, portando dei ritardi sul piano operativo di sviluppo, risulta comunque necessario definire delle priorità. A partire dai KPI verranno prima analizzate le relazioni che li coinvolgono e solo dopo saranno prese in considerazione le relazioni tra gli altri indicatori.

Per i motivi fino ad ora elencati da qui in avanti, per evitare una complicazione superflua si prenderanno in considerazione solamente gli indicatori, lasciando sottinteso che le stesse analisi sono previste per i KPI.

Il processo per analizzare le relazioni con gli indicatori prevede 4 fasi:

1. Discretizzazione dei valori assunti dagli indicatori
2. Definizione dei valori soglia
3. Matrice di esistenza della relazione tra indicatori
4. Descrizione della relazione tra indicatori

### *Fase 1. Discretizzazione dei valori assunti dagli indicatori*

I dati riferiti agli indicatori, registrati nel database, possono assumere uno qualsiasi dei valori all'interno di un range. Per semplificare l'analisi e descrivere la relazione tra due indicatori bisogna definire in quale range di valori può variare l'indicatore e successivamente discretizzare il range facendo sì che l'indicatore assuma un numero finito di valori invece che un insieme nel continuo. Per questo tipo di analisi si sceglie fra due tipi di discretizzazione e di caso in caso si sceglie quella più adeguata per il tipo di indicatore: (Marzuki & Ahmad 2007):

- **Ripartizione soggettiva**  
Un esperto analizza gli indicatori uno per uno e ne determina una suddivisione basandosi sulla sua esperienza e sensibilità. Questa soluzione consente di risolvere la maggior parte dei casi, lo svantaggio è che richiede tempi di elaborazione molto lunghi e una raffinata conoscenza dell'indicatore in questione.
- **Ripartizione per classi**  
La suddivisione del range di valori assunto dall'indicatore in questo caso viene fatta in maniera automatica e i valori vengono ripartiti in sottoinsiemi equi ampi, e tutte le volte che il valore dell'indicatore ricade in una di queste classi assume il valore convenzionale che viene assegnato alla classe. Si può scegliere di assegnare il valore massimo del range, il minimo o il valore medio.

**Esempio:**

L'indicatore *Presenza di CO2 nell'aria* viene analizzato nel range di valori 2000 e 3000 tonnellate l'anno, il tipo di ripartizione che viene fatta è soggettiva. L'intervallo di valori entro cui può variare l'indicatore è stato determinato in base ai valori notevoli che assume nelle città: viene preso in considerazione un minimo al di sotto del quale la componente di inquinamento non è dannosa e un massimo che può essere scelto come valore teorico che ad oggi non è pensabile raggiungere, o un valore al di sopra del quale il problema assume una estrema gravità.

<i>Presenza di CO2 nell'aria tonnellate/anno</i>
3000
2700
2500
2000

**Fase 2. Definizione dei valori soglia**

Una volta discretizzati i valori, se necessario, si segnalano i valori soglia al di sopra o al di sotto dei quali l'indicatore comincia ad essere un problema rilevante. Questa fase è soprattutto rilevante per l'analisi dei KPI che rappresentano gli obiettivi dell'amministrazione e che quindi nell'essere monitorati devono anche segnalare quando il valore di riferimento viene oltrepassato. Solitamente il valore soglia viene fissato in base agli obiettivi dell'amministrazione, e si deve adeguare nel tempo al mutamento di essi. Spesso può capitare che la scelta del valore soglia non sia arbitraria, derivante da scelte politiche (es. un numero prestabilito di auto elettriche circolanti) ma può essere determinato da studi sulla letteratura scientifica o dall'opinione di esperti o organi internazionali (es. valore ammesso di CO2 nell'aria).

**Esempio:**

Presenza di CO2 nell'aria

<i>Presenza di CO2 nell'aria tonnellate/anno</i>
3000
2700 (Soglia)
2500
2000

***Fase 3. Matrice di esistenza della relazione tra indicatori***

Questa fase rappresenta il primo passo verso la definizione di una relazione tra due indicatori. Prima di descrivere come i due indicatori sono legati tra loro, è necessario appurare l'esistenza della relazione, per un semplice motivo pratico: la formalizzazione di una relazione può richiedere molto impegno, e sarebbe uno spreco di tempo e di denaro cercare di definire una relazione per poi accorgersi che logicamente questa non ha motivo di esistere.

Una matrice di dati sui cui assi si mettono gli indicatori permette di descrivere sinteticamente l'esistenza o meno di una relazione. La matrice non è simmetrica poiché le relazioni non necessariamente sono bidirezionali. Si suppone di avere due indicatori:

- Auto circolanti (benzina)
- CO2 nell'aria

Il fatto che una variazione delle auto circolanti comporta una variazione dei livelli di CO2 nell'aria, non implica il contrario; se il livello di CO2 aumenta nell'aria a causa degli scarichi delle industrie situate nella città non c'è alcuna ragione logica

per supporre che aumenteranno o diminuiranno le auto in circolazione. Una particolare definizione di coefficienti di correlazione è introdotta di seguito, utile per esprimere le relazioni tra indicatori:

- **+1**: I due indicatori sono correlati positivamente: al crescere dell'indicatore sulle righe cresce l'indicatore in corrispondenza sulle colonne.
- **-1**: I due indicatori sono correlati negativamente: al crescere dell'indicatore sulle righe diminuisce il valore dell'indicatore sulle colonne.
- **0**: Nessuna correlazione: I due indicatori sono indipendenti la variazione del primo indicatore non ha alcun effetto riscontrabile sul secondo indicatore.
- **?**: Se nella matrice è riportato questo simbolo significa che non si hanno sufficienti informazioni per definire chiaramente l'esistenza di una relazione fra i due indicatori.

La matrice appena descritta prende il nome di Matrice Indicatore-Indicatore ed è rappresentata nell'esempio seguente in **Tabella 16**

**Esempio:**

Consideriamo tre indicatori inerenti al tema della Smart Mobility, discretizziamo e definiamo, se fosse necessario, le soglie degli indicatori.

<b>Presenza di CO2 nell'aria (tonnellate/anno)</b>	
	3000
	2700 (Soglia)
	2500
	2000
<b>Numero di auto circolanti(benzina)/anno (Dummy)</b>	
	970 mila
	960 mila
	950 mila

<b>Numero di auto elettriche circolanti/anno(Dummy)</b>
970 mila
960 mila
950 mila

I tre indicatori selezionati possono, a seconda dell'analisi che si vuole effettuare essere semplici indicatori, KPI o indicatori Dummy. La matrice (Indicatore-Indicatore) che descrive l'esistenza di una relazione fra i tre indicatori è la seguente(Wiek & Binder 2005):

<b>MATRICE INDICATORE-INDICATORE (M1)</b>	<b>Numero auto circolanti (benzina)</b>	<b>Numero auto elettriche</b>	<b>Livello CO2 nell'aria</b>
<b>Numero auto circolanti (benzina)</b>		0	+1
<b>Numero auto elettriche</b>	?	-	-1
<b>Livello CO2 nell'aria</b>	0	0	-

**Tabella 16 - Matrice M1: Indicatore Indicatore**

Sulla diagonale principale, non viene inserito nessun valore dal momento che gli indicatori che abbiamo sulle righe sono gli stessi sulle colonne, la relazione auto riferita è banale e non c'è motivo di prenderla in considerazione.

Analizzando invece un indicatore in relazione agli altri vediamo che una variazione delle Auto circolanti (benzina) non ha nessun effetto sulla quantità di auto elettriche in circolazione mentre ha una correlazione positiva con i livelli di CO2 nell'aria. Per quanto riguarda una variazione delle auto elettriche invece, possiamo vedere che ha correlazione negativa con i livelli di CO2, mentre non si hanno abbastanza informazioni per definire se esiste o no una relazione con le auto circolanti a (benzina). Infine una variazione del CO2 nell'aria non è causa di

una variazione del parco auto circolante, sia esso benzina o elettrico.

Gli algoritmi di analisi dei dati del Cruscotto, utilizzati per generare nuova conoscenza, esposti al **Paragrafo 6.4**, possono essere sfruttati per determinare relazioni tra gli indicatori non banali o difficilmente identificabili basandosi sull'esperienza o secondo criteri logici. Spesso alcune relazioni di causalità possono essere nascoste o poco intuitive e un'analisi di Data Mining può evidenziare casualità tra indicatori che sembravano scollegati o addirittura invertire e giustificare una relazione che sembrava essere unidirezionale. Questo tipo di analisi è possibile solo se nel database è presente una vasta mole di dati per ogni indicatore e si possono svolgere analisi considerando gli indicatori su più anni o su più città. I modelli più adatti per questo tipo di analisi sono:

- Regressione
- Regole associative
- Serie storiche

#### ***Fase 4. Descrizione della relazione tra indicatori***

Dopo che è stata appurata l'esistenza di una relazione fra due indicatori, si passa a definire il modello con cui gli indicatori interagiscono fra loro.

I modelli di descrizione possono essere classificati in due classi:

- a. Modelli quantitativi
- b. Modelli qualitativi

#### ***Modelli quantitativi***

I modelli quantitativi sono caratterizzati da una relazione numerica tra i due indicatori, al variare di un indicatore il modello permette di descrivere numericamente in maniera quasi esatta la variazione del secondo indicatore. Questa classe di modelli può essere usata se si ha una conoscenza puntale del

fenomeno che si vuole descrivere e una buona mole di dati storici che permettano di ipotizzare i parametri del modello.

È però necessario definire prima il tipo di funzione del modello, che può essere lineare, esponenziale, percentuale, aumento discreto. Dopodiché bisogna definire i parametri e i coefficienti della funzione ipotizzata.

**Esempio:**

Vogliamo descrivere la relazione tra due indicatori sul territorio di Milano

- Auto circolanti
- CO2

Per analizzarli risultano necessarie alcune considerazioni preliminari su i due indicatori (Airp, 2011)

- Media km percorsi da un'auto in media in un anno = 12000 km
- Media di CO2 prodotti da un'automobile = 250kg/1000km

Se il parco auto cittadino si riduce di un'unità, in un anno sono stati percorsi 12000 km in meno

Che comporta una riduzione di 3000 kg di CO2 l'anno (3 tonnellate in meno)

La relazione tra i due indicatori quindi è del tipo

$$\Delta CO2 = \frac{12000km * \Delta x * 250kg}{1000km}$$

Dove  $\Delta x$  rappresenta il numero di macchine circolanti in meno.



### *Modelli qualitativi*

Nel caso invece in cui non sia possibile identificare un modello analitico per descrivere la relazione tra gli indicatori risulta necessario esprimere un giudizio qualitativo che tenga conto del tipo di relazione e dell'intensità. A volte non si è in grado di descrivere la relazione. La funzione che regola due indicatori è troppo complicata oppure, nonostante si sia a conoscenza delle reciproche variazioni, non si è in grado di descriverne l'andamento. Questo può accadere sia perché il dataset è troppo poco vasto per applicare analisi di Data Mining, sia perché l'andamento agli occhi dell'esperto è aleatorio e casuale. In questo caso non si è quindi in grado di ipotizzare il tipo di relazione che lega i due indicatori. In altri casi il problema invece non è di tipo computazionale ma c'è un'oggettiva impossibilità nel descrivere la relazione dovuta al fatto che essa non è misurabile.

L'approccio qualitativo fa sorgere alcune problematiche che devono essere prese in considerazione dall'esperto che definisce le relazioni:

- A chi chiedere?

La soggettività del procedimento richiede di scegliere il metodo d'indagine:

- a. Campionamento statistico:

Sarà sicuramente necessario includere i residenti, ma dovranno essere inclusi in un campione più ampio per dare oggettività all'analisi. Si potrà compiere l'inchiesta su social network piuttosto che attraverso delle interviste. Il risultato dell'intervista sarà una popolazione statistica e bisognerà decidere come standardizzare il campione e come gestire le code e gli outlier

- b. Intervista ad esperto/i

Consultare degli esperti in materia risolve i problemi connessi con la difficoltà di quantificare la relazione, ma vista l'arbitrarietà del giudizio che può essere espresso è opportuno utilizzare comunque dei giudizi aggregati, che prevedano il coinvolgimento di più esperti.

- Come ordinare gli attributi?

Se un indicatore può essere caratterizzato da più giudizi le combinazioni di questi possono essere difficili da ordinare. Il confronto a coppie è uno dei metodi in grado di risolvere questo tipo di questione, anche se introduce un'ulteriore soggettività nella definizione della relazione.(Elliott 2010)

- Si riesce a quantificare gli intervalli di scala?  
Una volta riusciti a definire una scala, risulta utile quantificare il salto che intercorre tra due giudizi.
- Quante volte un giudizio è meglio di un altro?

La prima questione sollevata rimane aperta perché a seconda del contesto sarà più opportuno interpellare un esperto piuttosto che coinvolgere la popolazione con dei questionari. Le altre due questioni possono invece essere risolte, con diversi metodi, nel primo caso, come già accennato si può ricorrere ai confronti a coppie (Saaty 1988). In cui ciascun giudizio di un livello della gerarchia deve essere confrontato con gli altri elementi del suo stesso livello evidenziando di quanto è preferibile un'alternativa rispetto ad un'altra (Colorni 2013).

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Alternativa 1</b>	1	1/3	2/3
<b>Alternativa 2</b>	3	1	2
<b>Alternativa 3</b>	3/2	1/2	1

**Tabella 17 - Confronti a coppie**

Affinché i confronti fra i giudizi siano coerenti, la matrice deve essere positiva, reciproca e consistente. Nel caso la matrice sia consistente ogni vettore rappresenta (a meno di una costante moltiplicativa) il vettore di ordinamento. Nel caso invece di quantificare gli intervalli di scala si può ricorrere al metodo delle lotterie in cui è definito un premio atteso che sarebbe richiesto per optare per un'altra alternativa. E grazie alla definizione dell'equivalente certo, che definisce il valore dell'indifferenza, si possono definire i valori di che intercorrono tra i livelli della scala.

#### 6.5.4 Raccolta dati: selezione azioni

Aver introdotto il concetto di azione in questa trattazione è il vero valore aggiunto rispetto alle funzionalità dei principali cruscotti esistenti. La presenza delle azioni consente di sviluppare modelli di simulazione degli scenari in cui, attraverso delle simulazioni, è possibile definire la variazione dei KPI introdotti nel Capitolo precedente. La scelta delle azioni è un passaggio critico nei passi da svolgere per avviare la simulazione. Le azioni Devono rappresentare iniziative reali eseguibili in un futuro molto prossimo, affinché l'analisi abbia una qualche rilevanza nel processo decisionale, ma è giusto anche che siano incluse azioni che seppur non immediatamente realizzabili, per motivi strutturali o per mancanza di tecnologie, abbiano un grosso potenziale in termini di variazione dei KPI obiettivo dell'analisi. Questo permette di capire la direzione in cui muoversi, nel caso l'azione abbia un alto potenziale, per rimuovere le barriere o per sviluppare le tecnologie necessarie. La selezione delle fonti da includere per identificare le azioni deve seguire queste due linee guida: sono stati identificati alcuni attori da coinvolgere con degli incontri per far emergere possibili iniziative.

- L'amministrazione che esponendo i suoi obiettivi suggerisce le possibili azioni da svolgere per poterli raggiungere. Un utile strumento per evidenziare le possibili iniziative è la **Balanced scorecard**.  
Gli attori di riferimento per l'amministrazione sono il sindaco, il city manager, dove esista e gli assessori: nello specifico coloro che si occupano della tematica che si vuole analizzare.
- Gli stakeholder del territorio come: i cittadini, le associazioni e le imprese, da cui si identificano i principali bisogni e le necessità del territorio, attraverso **interviste, questionari, piattaforma di comunicazione**.
- Gli esperti, infine, che possono contribuire a stilare un elenco di azioni pertinenti all'area tematica che si vuole analizzare, raccogliendo informazioni da best case internazionali. È compito degli esperti coinvolgere l'esperienza dei legislatori che certificano la fattibilità dell'iniziativa

proposta e che suggerisce le norme da rispettare sia a livello nazionale sia europeo.

Come si evince, le azioni nascono sempre dall'aver fissato alcuni obiettivi che si vogliono raggiungere. Per ognuno di questi può, e sarebbe auspicabile, esserci più di un'azione in grado di intervenire sul KPI legato all'obiettivo.

Lo scopo di una azione è il miglioramento del valore di un KPI. Solitamente più azioni sono collegate con la variazione del KPI non tutte le azioni hanno, normalmente, la stessa efficacia, per questo motivo risulta utile l'utilizzo di questo Cruscotto che in qualche modo, prioritizza le azioni a seconda della loro capacità di raggiungere l'obiettivo di variazione del KPI.

Le azioni sono selezionate affinché abbiano una relazione con gli obiettivi, rappresentati dai KPI, com'è stato spiegato nel **paragrafo 6.5.1**. Questa relazione può essere diretta, se esiste un legame di causa effetto tra il KPI e l'implementazione dell'azione, o indiretta nel caso in cui l'azione sia collegata ad altri indicatori che a cascata trasmettono la variazione al KPI.

**Esempio:**

Dato un obiettivo dell'amministrazione: ridurre CO2 nell'aria (normativa europea).

Il KPI associato è: CO2 nell'aria

È possibile identificare una lista di azioni da intraprendere per ridurre il livello d'inquinamento nell'aria: alcune di esse sono dirette, altre indirette (sotto l'azione sono evidenziati gli indicatori Dummy:

- Obbligo di targhe alterne (diretta)
- Aumento km pista ciclabile (indiretta)
  - $\Delta$  Dummy: riduzione delle auto in circolazione
- Aumento prezzo parcheggio (indiretta)
  - $\Delta$  Dummy: riduzione delle auto nel centro cittadino
- Definizione di zone a traffico limitato (indiretta)
  - $\Delta$  Dummy: riduzione delle auto in circolazione

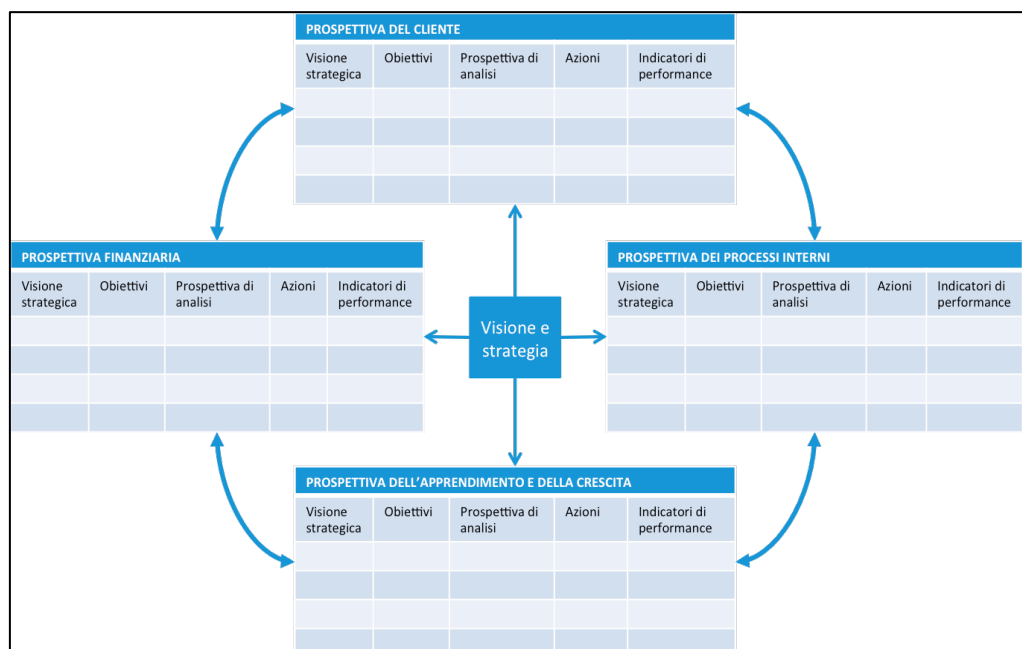
## **Balanced scorecard**

La prima delle fonti identificate, i colloqui con l'amministrazione, sfrutta la Balanced scorecard per mettere in relazione gli obiettivi, i KPI e le azioni.

Tale modello risale all'inizio degli anni 90 ed è dovuto a (Kaplan & Norton 1992); aveva l'obiettivo di progettare un modello per la misurazione della performance nelle organizzazioni che permettesse di incrementare sia la capacità di apprendimento da parte dell'organizzazione che il dialogo, sia interno che esterno.

La Balanced scorecard (BSC) è anche uno strumento per condividere la Vision del Comune, comunicarla, stabilire gli obiettivi, fornire feedback, legare il sistema retributivo/incentivante alla BSC, creare valore, mantenere il vantaggio competitivo.

La Balanced Scorecard è anche uno strumento aziendale utilizzato negli enti comunali per valutare e monitorare le strategie dell'amministrazione (Monti n.d.) (Ii et al. 2005)



**Figura 40 - Balanced Scorecard amministrazione**

Come si può vedere nella **Figura 40** essa è composta di 4 prospettive che rappresentano le componenti fondamentali che devono essere monitorare e su cui va costruita la strategia dell'amministrazione che sono:

1. Prospettiva del **cliente**  
Capacità dell'Ente di dare risposte ai bisogni dei diversi stakeholder
2. Prospettiva dei **processi interni**  
Incremento del livello di produttività, consentire rapporti più facili con gli utenti attraverso il miglioramento dei processi di lavoro
3. Prospettiva dell'**apprendimento e della crescita**  
Riguarda i processi d'innovazione attivati dall'ente: innovazione tecnologica, reingegnerizzazione dei processi, formazione risorse umane
4. Prospettiva **finanziaria**  
L'attenzione è focalizzata su indicatori di economicità, integrati con indicatori di efficacia e di efficienza. La prospettiva deve essere interpretata in funzione del cittadino.

Ogni prospettiva è costituita da 5 componenti correlate la prima è naturalmente la visione strategica che rappresenta il programma dell'amministrazione o nel caso del Cruscotto l'area tematica che si vuole trattare e il tipo di analisi che si vogliono svolgere. Alla visione seguono gli obiettivi, sia di natura strategica di mandato individuati di concerto tra Giunta e dirigenti e indicati nel Bilancio di Mandato e nella Relazione Previsionale e Programmatica, sia gli obiettivi di natura più cooperativa che possono coincidere con un certo valore di un KPI.

Viene poi definita la prospettiva di analisi: questa consiste nella struttura del Piano Esecutivo di Gestione (PEG) in cui si realizza la declinazione operativa dell'intero impianto pianificatorio dell'ente, consistente nell'elaborazione di progetti per obiettivi e di strumenti di analisi, reportistica e misurazione. Il PEG rappresenta uno strumento di raccordo tra le funzioni politiche d'indirizzo e controllo degli organi di governo e le funzioni di gestione proprie dei dirigenti e dei rappresentanti

dei servizi.

Dopo la componente di analisi sono evidenziate le azioni da cui si può attingere per alimentare il Cruscotto. Azioni che possono portare l'amministrazione a raggiungere gli obiettivi prefissati. Infine l'ultima componente sono gli indicatori di prestazione che coincidono con alcuni dei KPI correlati con le azioni, semplificando in questo modo anche la fase di raccolta d'indicatori riferita all'amministrazione.

### ***Interviste questionario social network (Sito web)***

La seconda fonte da cui attingere per selezionare una lista di azioni è l'interazione con i cittadini. Ci sono varie modalità con cui l'amministrazione può coinvolgere la popolazione, alcune dirette come questionari o interviste, altre indirette, in cui il cittadino esprime liberamente opinioni e si confronta con altri interlocutori. Per fare due esempi i social network, il cui contributo può essere estratto con analisi di text mining, o un centralino call-center) che raccolga i feedback o i suggerimenti.

Per costruire un canale diretto con i cittadini viene qua definita una piattaforma di comunicazione attraverso cui si potrà accedere alle funzionalità del cruscotto e su cui si potranno caricare i questionari e le interviste. La piattaforma di comunicazione è pensata per essere web-based e consente di avere un canale ufficiale attraverso cui parlare con la popolazione per informarla, permettergli di accedere ai dati del Cruscotto e per ricevere i feedback sulle iniziative intraprese e i suggerimenti. I cittadini attraverso la funzionalità "*suggerimenti e proposte*" possono consigliare una serie di azioni da caricare per alimentare il Cruscotto così da ampliarne le capacità predittive. Inoltre attraverso la sezione "*Questionario cittadino*" è possibile compilare un questionario, il quale concorrerà a generare indici di sintesi del benessere percepito<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Vedi Self well being data, Paragrafo 4.3



**Figura 41 - Piattaforma di comunicazione (website)**



Il sito web promuove la consapevolezza politica e la partecipazione attiva dei cittadini e li tiene aggiornati attraverso la sezione “news”. La piattaforma di comunicazione che può essere pensata come la rappresentazione in **Figura 41** mette a disposizione dell’utente due tipologie di funzionalità:

- **Informative** - comprende le seguenti voci:
  - Il progetto: contiene informazioni riguardanti il progetto del Cruscotto con riferimento in particolare alla sua composizione, la sua mission e all’approccio metodologico adottato;
  - Download: mette a disposizione i documenti (report, vademecum, linee guida, benchmark,...) redatti attraverso l’elaborazione del Cruscotto.
  - News: area in cui vengono messi in evidenza le novità
  - Chi siamo
  - Contatti
- **Partecipative**, ovvero funzionalità a supporto della community di progetto (cittadini, aziende, istituzioni, ...), che incentivano la partecipazione della popolazione alla vita politica e permettono lo scambio diretto di contributi e suggerimenti. Il coinvolgimento attivo dei cittadini nella vita politica avviene attraverso l’integrazione di strumenti social e iniziative di gamification, cioè strumenti che fanno leva sull’utilizzo di dinamiche di gioco in contesti reali per influenzare il comportamento degli utenti. L’area di partecipazione comprende pertanto le seguenti voci:
- **Game**: giochi ideati per incoraggiare i cittadini a risolvere i problemi della comunità promuovendo sfide collettive, trasformando compiti di routine in attività ricreative coinvolgenti, di pubblica utilità e divertenti. Il contributo volontario degli utenti può essere ricompensato con un sistema per cui i cittadini, grazie ai contributi forniti, possono accumulare punti per ottenere premi (es. ticket per musei, sconti, ...). Le strategie di gamification implicano una comunicazione 24/7 senza intermediari tra cittadini e istituzioni e la possibilità di lanciare nuovi servizi in modalità trial-and-

error, beneficiando dei feedback dei cittadini. Inoltre, consentendo la raccolta di dati utili ad alimentare il Cruscotto, semplificano la comprensione dei pattern psicologici degli utenti, permettono di identificare le necessità del territorio e di interpretare i cambiamenti in corso nel rapporto tra stato e società. Il maggior coinvolgimento dei cittadini consentirà alla pubblica amministrazione di valutare l'efficacia delle proprie strategie di comunicazione e di adattarle ai feedback dei cittadini;

La pagina web può essere integrata con i Social Network: creando una pagina Facebook e un profilo Twitter, per dialogare con il territorio e incoraggiare la condivisione di esperienze tra gli stakeholder del progetto. I social network possono essere lo strumento attraverso cui stimolare la partecipazione ai giochi proposti e innescare logiche competitive tra gli utilizzatori finali senza ricorrere a incentivi monetari.

### *6.5.5 Analisi delle relazioni Azione-KPI*

Una volta che sono stati definiti i KPI da analizzare, messi in relazione tra loro, e identificate le azioni che corrispondono agli obiettivi della città, il passo successivo è definire le relazioni tra le azioni e i KPI. Questo è il passaggio più delicato di tutta l'implementazione perché richiede l'intervento di esperti della particolare area tematica che si vuole trattare che siano in grado di definire analiticamente come alcune azioni impattano sul valore dei KPI.

Le azioni sono caratterizzate da uno o più parametri, che possono essere numerici booleani o qualitativi, la variazione di questi parametri è collegata alla variazione del KPI. Qualora ci fosse più di un parametro, risulterebbe necessario determinare come la variazione congiunta dei parametri, nell'implementare l'azione, comporti una variazione del KPI.

Così com'era stato fatto per l'identificazione della relazione tra indicatori e indicatori è ora necessario definire se esiste una qualche relazione tra le azioni e i KPI. La relazione può essere diretta o indiretta (nel caso avesse bisogno di un indicatore Dummy per essere definita). Una volta definita l'esistenza di una relazione si passa a descriverla. Di seguito è esposta la procedura completa:

1. Definizione dell'esistenza relazione azione-KPI
2. Definizione se la relazione è diretta o indiretta
3. Identificazione degli indicatori Dummy
4. Definizione quantitativa/qualitativa della relazione

Nel definire se esiste, o meno una relazione tra azioni e KPI possono presentarsi quattro casi:

- Reazione positiva
- Relazione negativa
- Relazione nulla
- Relazione indefinita

MATRICE AZIONE- INDICATORE (M2)			
	KPI 1	KPI 4	KPI 6
Azione 1	+1	0	+1
Azione 2	?	?	-1
Azione 3	INDIRETTA (Ind 34)	0	-1

**Tabella 18 - Matrice M2: Azione indicatore**

Una volta che viene appurata l'esistenza di una relazione, identificati gli indicatori coinvolti, vengono definite iterativamente le relazioni tra le azioni e gli indicatori Dummy coinvolti. Al termine della procedura gli elementi della matrice, diversi da 0 avranno un collegamento che richiamerà la relazione con gli indicatori Dummy.

Così come per le relazioni che sono state identificate tra gli indicatori anche quelle riferite alle azioni possono essere quantitative o qualitative.

Ai fini dell'analisi saranno selezionati alcuni valori discreti che potranno essere selezionati per svolgere la simulazione. Anche se la relazione che è identificata è nel continuo, non ha senso poter eseguire la simulazione su tutti i valori che l'azione può assumere. La selezione di questi valori tra cui si può scegliere per svolgere l'analisi dipendono da il tipo d'azione, (per esempio, se è booleana la scelta risulta banale), e dal range in cui solitamente il parametro si trova a variare.

Nel caso in cui la relazione sia quantitativa, perché si hanno sufficienti informazioni per definirla la procedura è la seguente:

- a. Definizione della classe di funzione
- b. Identificazione dei coefficienti

Le classi di funzioni possono essere di ogni tipo, lineare, quadratica... L'importante è che la scelta possa essere giustificata, non basta una semplice identificazione di un rapporto di causa ed effetto ma è necessario, attraverso il supporto di dati storici, giustificare l'utilizzo di una determinata classe.

**Esempio:**

Si vuole descrivere l'impatto di un'azione su un KPI

- Azione: Aumento automobili elettriche
- Dummy: Auto circolanti
- KPI: CO2

Ipotesi preliminari:

- Per ogni auto elettrica in circolazione si può assumere che ci sia un'auto a benzina in meno
- Media km percorsi da un'auto in media in un anno = 12000 km
- Media di CO2 prodotti da un'automobile = 250 kg/1000 km

Per poter mettere in relazione l'azione e il KPI è necessario passare all'indicatore Dummy: numero di auto circolanti. Infatti un aumento del numero di auto elettriche fa diminuire il numero di auto circolanti e di conseguenza diminuisce il livello di CO2 nell'aria. Se si aumenta di **una** unità il parco auto delle auto elettriche si avrà **una** macchina in meno sulla strada. Se il parco auto a benzina cittadino si riduce di **una unità**, in un anno sono stati percorsi **12000km** in meno. Che comportano una riduzione di **3000kg** di CO2 all'anno (3 tonnellate in meno). La relazione tra i due indicatori quindi è del tipo:

$$\Delta CO_2 = \frac{24000 \text{ km} * \Delta X * 250 \text{ kg}}{1000 \text{ km}}$$

**Esempio:**

Si vuole descrivere l'impatto di un'azione su un KPI

- Azione: Aumento automobili car pooling
- Dummy: Auto circolanti
- KPI: CO2

Ipotesi preliminari:

- Capacità media di un'auto 4 persone
- Occupazione media delle auto 1,2 persone
- Ogni auto in condivisione introdotta, attraverso politiche di incentivazione sostituisce 3 macchine (contengono 3,6 passeggeri, il numero intero più vicino alla capacità della macchina in condivisione)
- Media km percorsi da un'auto in media in un anno = 12000 km
- Media di CO2 prodotti da un'automobile = 250kg/1000km

Per poter mettere in relazione l'azione e il KPI è necessario passare all'indicatore Dummy: numero di auto circolanti poiché un aumento del numero di auto in condivisione fa diminuire il numero di auto circolanti e di conseguenza diminuisce il livello di CO2 nell'aria.

Se si aumenta di una unità il parco auto del car pooling, si avranno due macchine in meno sulle strade.

Se il parco auto cittadino si riduce di due unità, in un anno sono stati percorsi 24000km in meno

Che comportano una riduzione di 6000 kg di CO2 all'anno (6 tonnellate in meno)

La relazione tra i due indicatori quindi è del tipo:

$$\Delta\text{CO}_2 = \frac{24000\text{km} * \Delta x * 250\text{kg}}{1000\text{km}}$$

Per quanto riguarda l'approccio qualitativo invece valgono le stesse considerazioni che sono state fatte per le relazioni qualitative tra indicatori nel **paragrafo 6.5.3**.

La necessità di utilizzare relazioni che non analitiche può essere la mancanza d'informazioni o l'impossibilità di misurare KPI che non sono oggettivi, come la qualità della vita.

**Esempio:**

La costruzione di una pala eolica di fronte a degli edifici residenziali comporta una riduzione della qualità della vita degli abitanti che vivono in prossimità dell'infrastruttura. La relazione tra i due indicatori può essere determinata con alcune simulazioni attraverso un Rendering (Brandon P2010) (rappresentazione di qualità di un oggetto o di un'architettura), in seguito al quale l'intervistato esprime la sua opinione.

Tutte le problematiche che erano emerse nella trattazione delle relazioni qualitative nel paragrafo **6.5.3** si ripresentano in questa sezione, bisogna quindi tenere in considerazione:

- A chi chiedere?
- Come ordinare gli attributi?
- Come quantificare gli intervalli di scala?

### *6.5.6 Analisi delle relazioni azione-azione: principio di sovrapposizione*

Il Cruscotto per le Smart City, una volta definite le relazioni e le matrici M1 e M2 risulta molto robusto se la simulazione nasce dalla selezione di una azione e dalla scelta dei parametri di quest'ultima. Spesso però risulta importante per l'amministrazione sviluppare scenari in cui vengono prese come input più azioni contemporaneamente. In questo caso aumenta notevolmente la complessità, non tanto computazionale ma di definizione del risultato. Se più di un'azione viene svolta contemporaneamente bisogna considerare come si comportano congiuntamente gli effetti delle diverse azioni. Il principio di sovrapposizione degli effetti, quando è valido, semplifica notevolmente il problema riducendolo a una semplice somma degli effetti separati.

Se però questo principio non è valido, bisogna fare in fase di definizione delle relazioni alcuni ragionamenti preliminari.

Risulta utile definire una terza matrice, la matrice azione-azione (M3) che deve venir compilata con il tipo di dipendenza che intercorre tra le due azioni.

Ci può essere:

- **Indipendenza** e quindi vale il principio di sovrapposizione degli effetti
- **Sinergia**, che si presenta quando l'effetto della somma delle due azioni è maggiore della somma degli effetti
- **Ridondanza**, che comporta, un effetto minore se le azioni sono fatte in contemporanea rispetto al valore della somma dei due effetti
- **Consequenzialità**, l'attuazione di un'azione è subordinata temporalmente all'attuazione di dell'altra. Nel caso in cui l'azione sia compiuta da sola può avere effetti nulli o negativi. Questo tipo di dipendenza può presentarsi in contemporanea con i primi tre, poiché rispettarla può significare che ci



siano sinergie, ridondanze o semplice sovrapposizione degli effetti. In altre parole la relazione può dipendere dall'ordine di esecuzione delle azioni.

<b>MATRICE AZIONE- AZIONE M3</b>	<b>Azione 1</b>	<b>Azione 2</b>	<b>Azione 3</b>
<b>Azione 1</b>		+	--
<b>Azione 2</b>	?		0
<b>Azione 3</b>	0	+++	

**Tabella 19 - Matrice M3: Azione - Azione**

La nomenclatura usata prevede un segno ( - ) quando c'è ridondanza, un segno ( + ) quando c'è sinergia e uno 0 se c'è indipendenza (e quindi sovrapposizione degli effetti). Qualora non si conosca la relazione, si marca l'elemento con un segno ( ? ) e si ipotizza la sovrapposizione degli effetti fintanto che l'incompletezza non viene sanata.

Se si conosce l'intensità della relazione tra le azioni si può segnare con un doppio segno oppure qualora la relazione fosse conosciuta quantitativamente all'elemento riferito alle due azioni viene collegata la funzione che la regola.

Vista l'evidente difficoltà nello stimare quantitativamente la relazione, per evitare che ci sia troppa soggettività nel risultato della simulazione, l'eventuale sinergia o ridondanza, nel report dei risultati, verrà segnalata ai margini della variazione del KPI, senza alterarne il risultato arbitrariamente. Se l'esperto ha un'opinione in merito può proporre una variazione percentuale a lato dell'informazione che evidenzia la presenza di una relazione tra le azioni.

## **7 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

### **7.1 REPORTISTICA**

Entrambe le funzionalità del Cruscotto, gli algoritmi di simulazione e la reportistica, necessitano di alcuni strumenti per rappresentare i dati elaborati. In entrambi i casi il sostegno grafico consente di leggere in maniera semplice e intuitiva le informazioni che gli algoritmi estrapolano dai dati.

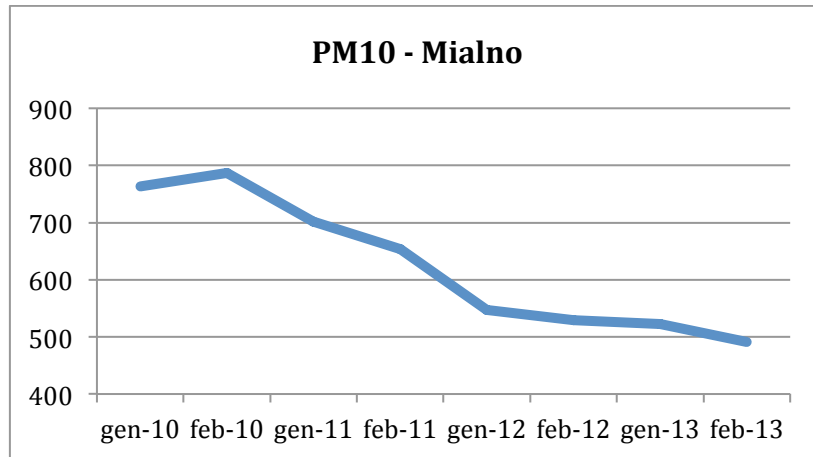
I grafici possono rappresentare i dati utilizzando delle opzioni di vista particolari, o aggregandoli, piuttosto che confrontare diversi indicatori fra loro. I principali strumenti sono

- Serie temporali
- Grafici a barra
- Grafici a torta
- Grafici a stella

Il Cruscotto viene implementato per rappresentare variabili di tipo numerico, quali sono i KPI, ma anche variabili di tipo categorico, come possono essere altri indicatori conservati nel database.

#### ***Algoritmi di Analisi Dati***

I KPI numerici caricati nel database del Cruscotto e in più in generale tutti gli indicatori possono essere analizzati tenendo conto dei valori che assumono nel tempo. Grafici di serie storiche permettono di studiare l'andamento del tempo dell'indicatore e ipotizzarne il valore futuro a parità di condizioni, studiandone l'andamento passato.



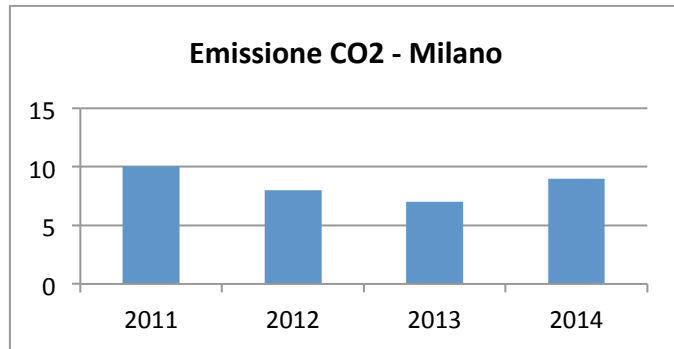
**Figura 42 - Serie Storiche (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio di Milano)**

I programmi di Data Mining sono in grado di determinare il valore atteso di un indicatore basandosi sullo studio dell'andamento dei valori passati a parità di condizioni esterne. Questo strumento risulta molto utile per capire su quali *Aree Tematiche* l'amministrazione deve agire, se vuole evitare che alcuni KPI superino in futuro le soglie previste.

**Esempio:**

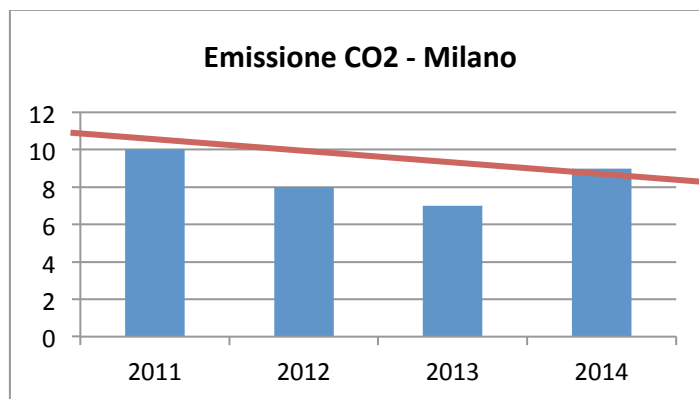
Una città che non ha mai considerato il livello d'inquinamento un problema, attraverso lo studio della serie storica può sapere del fatto che negli ultimi anni il livello di CO2 è cresciuto e che, di questo passo, il valore supererà le soglie previste dalla legge in pochi anni. Queste considerazioni possono incentivare l'amministrazione a scongiurare l'aumento della variabile in futuro intraprendendo diverse azioni di prevenzione.

Una serie temporale, qualora il dato in possesso sia discreto può essere rappresentata con un diagramma a barre che rappresenta i valori che ha assunto l'indicatore nell'istante di tempo in cui è stato misurato.



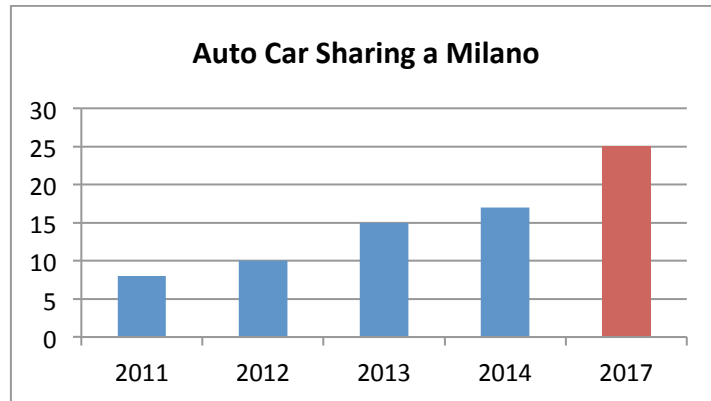
**Figura 43 - Diagramma a barre (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio di Milano)**

In questo tipo di rappresentazione, per alcuni valori, può essere opportuno fissare delle soglie target. Le soglie possono essere inferiori o superiori a seconda del tipo d'indicatore che si sta esaminando. I diagrammi a barra associati a una linea di tendenza che identifica l'obiettivo nel tempo mostrano come il valore dell'attributo si comporta rispetto al valore target.



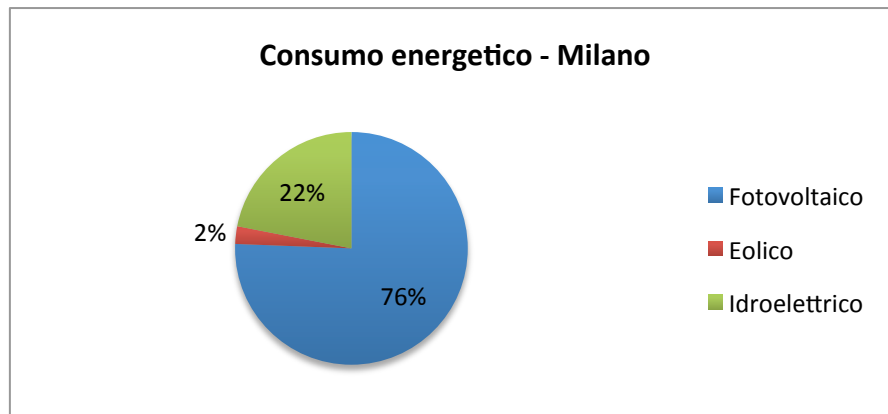
**Figura 44 - Diagramma a barre con soglia obiettivo (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio di Milano)**

Sempre usando i grafici a barre possono essere posti degli obiettivi per il futuro specificando il valore dell'indicatore che si vuole raggiungere (Es: Numero di auto nella flotta car sharing)



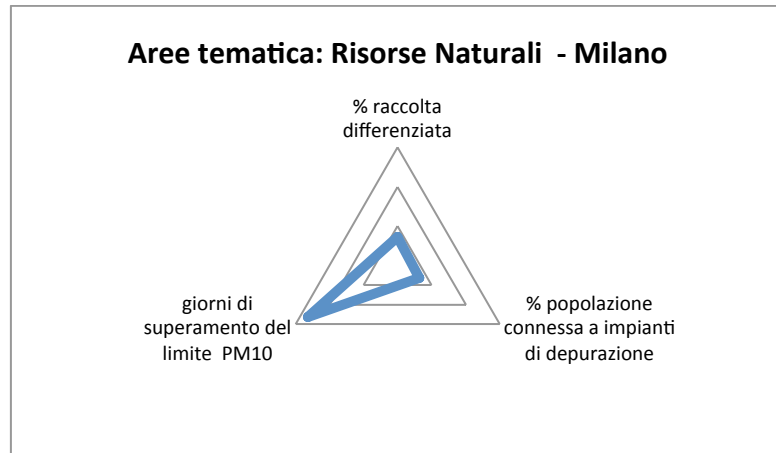
**Figura 45 - Diagramma a barre con obiettivo (Between)**

I grafici a torta possono invece essere utilizzati per confrontare fra loro diversi indicatori riferiti ad uno stesso argomento (Es: Il consumo totale di energia)



**Figura 46 - Grafico a torta (Between)**

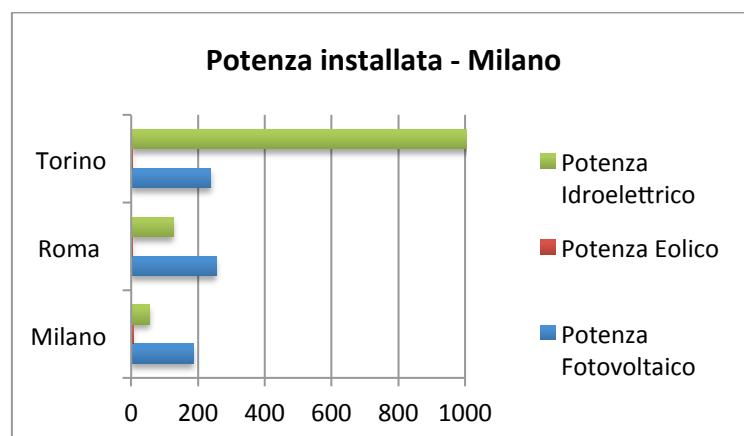
Il grafico radar viene utilizzato per dare una visione d'insieme della città; su ogni vertice di un poligono viene posizionato uno dei KPI più rilevanti: qualora sia disponibile il valore massimo, esso viene fissato con il valore soglia.



**Figura 47 - Grafico Radar/1 (Between)**

In aggiunta ai dati raccolti, possono essere inseriti nel database, se sono disponibili anche dati relativi ad altre città che rappresentano delle best practice, per dar luogo ad un'analisi degli indicatori che tenga conto dei valori di altre realtà virtuose. Il tema della Smart City è in piena evoluzione e, come spiegato nel Capitolo introduttivo, non esiste una teoria unificata che spieghi la corretta progettazione di una città Smart. Per questo motivo può risultare utile utilizzare come benchmark alcune città che sono più avanti su temi specifici. Questo permette di porsi degli obiettivi coerenti.

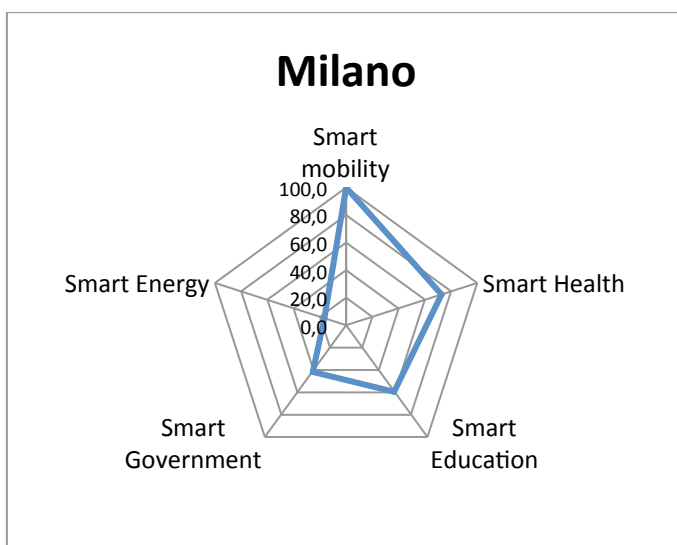
I dati disponibili per più città riferiti ad uno stesso indicatore possono essere messi a confronto usando un grafico a barre.



**Figura 48 - Diagramma a barre: confronto tra città (Between)**

Utilizzando i dati provenienti dalle classifiche è possibile evidenziare i punti di forza di un comune mostrando un dettaglio aggregato delle *Aree Tematiche*. Questo tipo di analisi permette dei ragionamenti di tipo strategico indicando dove l'amministrazione è più carente e quali aree sono state valorizzate.

Un grafico radar permette di descrivere sinteticamente i valori di una città riferiti a tutte le *Aree Tematiche* d'interesse.



**Figura 49 - Grafico Radar/2 (Between)**

La schermata di seguito mostra a titolo esemplificativo quello che potrebbe essere la generazione di un report:

## REPORT

### *Indicatori Selezionati per l'analisi*

**INDICATORE 1**

**INDICATORE 3**

**INDICATORE 5**

DESCRIZIONE

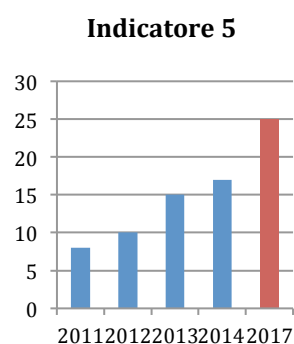
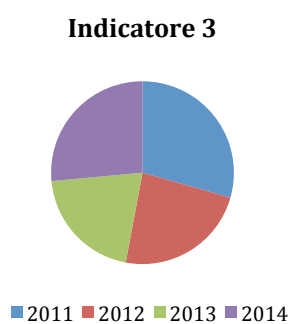
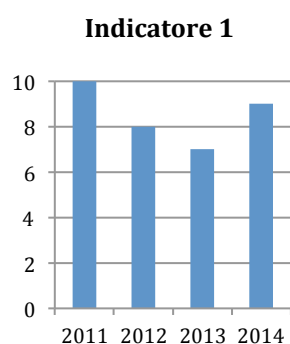
DESCRIZIONE

DESCRIZIONE

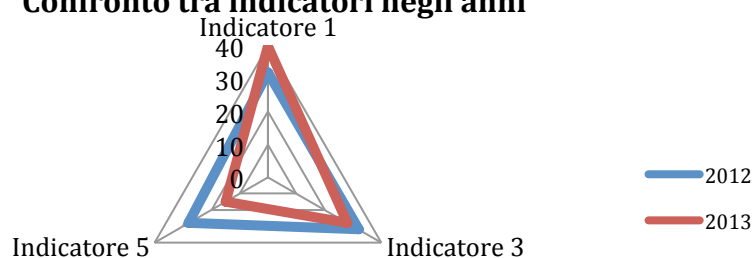
Soglia  
Area tematica  
Azioni correlate  
Indicatori correlati

Soglia  
Area tematica  
Azioni correlate  
Indicatori correlati

Soglia  
Area tematica  
Azioni correlate  
Indicatori correlati



### Confronto tra indicatori negli anni



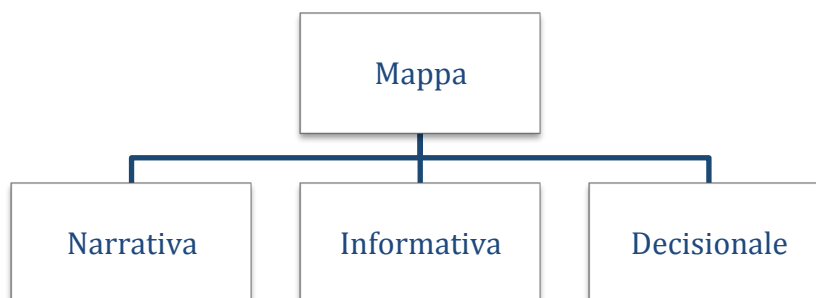
**Figura 50 - Report: rappresentazione risultati**



### 7.1.1 Mappe di dati georeferenziati

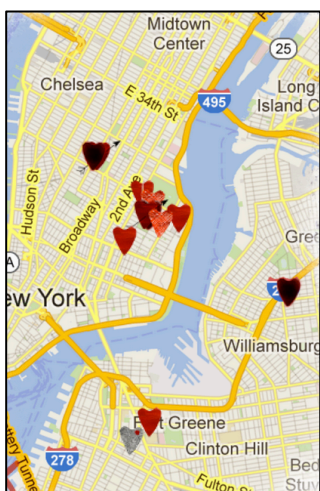
La rappresentazione dei dati esposta nel paragrafo precedente analizza i dati statici raccolti nei database, ma tra le sorgenti del cruscotto sono presenti anche sensori sparsi sul territorio in grado di trasmettere i dati raccolti di continuo e georeferenziati. Oltre che dai sensori si possono raccogliere dati anche dai social media che permettono all'utente di trasmettere informazioni personali su una piattaforma che le archivia e le integra. La grossa quantità di dati apre le porte a una vastissima quantità di tipologie d'analisi, discutere nel dettaglio quest'opportunità richiederebbe un trattato a sé. Principalmente chi analizza questi dati si occupa di ricerca nelle università, alcuni sono laboratori per le Smart City o di analisi del territorio oppure laboratori di Design. La maggior parte di loro si sta occupando di rappresentare i dati georeferenziati sulle mappe per generare nuova conoscenza in una forma più accattivante e abilitare nuove analisi (Batty et al. 2012).

I principali centri di analisi sono SENSEable City Lab del MIT (Massachusetts Institutes of Technology), CASA, Centre for advanced spatial analysis dell'università UCL di Londra (University College London) e il Density Research Lab del Politecnico di Milano. Le mappe possono essere di diverso tipo e sviluppate per diverse utilità; nella tesi di dottorato (Giorgia Lupi 2014) viene definita una tassonomia delle mappe utile ad orientarsi nel mondo della rappresentazione grafica:



**Figura 51 - Tassonomia Mappe**

Le **mappe narrative** consentono di raccontare delle storie; la possibilità di georeferenziare i dati permette di associare qualsiasi informazione ad un luogo, e l'utilizzo dei social media facilita la procedura ed elimina le possibili barriere all'entrata così che ogni user possa caricare la sua storia. Ad esempio Pleens (<http://www.pleens.com/>) è “un motore di scoperta di storie, viaggi e prodotti raccontati a partire da un luogo, il posto in cui sei quando lanci l'applicazione (o in cui si trova un tuo amico). Non è un motore di ricerca per prossimità geografica, ma per continuità narrativa: le storie geolocalizzate possono includere suggestioni di prova e acquisto purché coerenti con lo spirito narrativo ed emotivo del contesto” (Giorgia Lupi) Le storie vengono descritte da una community che condivide i propri ricordi legati a una coordinata geografica, vengono segnati i ristoranti preferiti piuttosto che i luoghi cui si è affezionati, sovrapponendo le mappe fra loro si racconta un'unica storia della città in cui i ponti e gli scorci con più segnaposti sono quelli maggiormente citati.



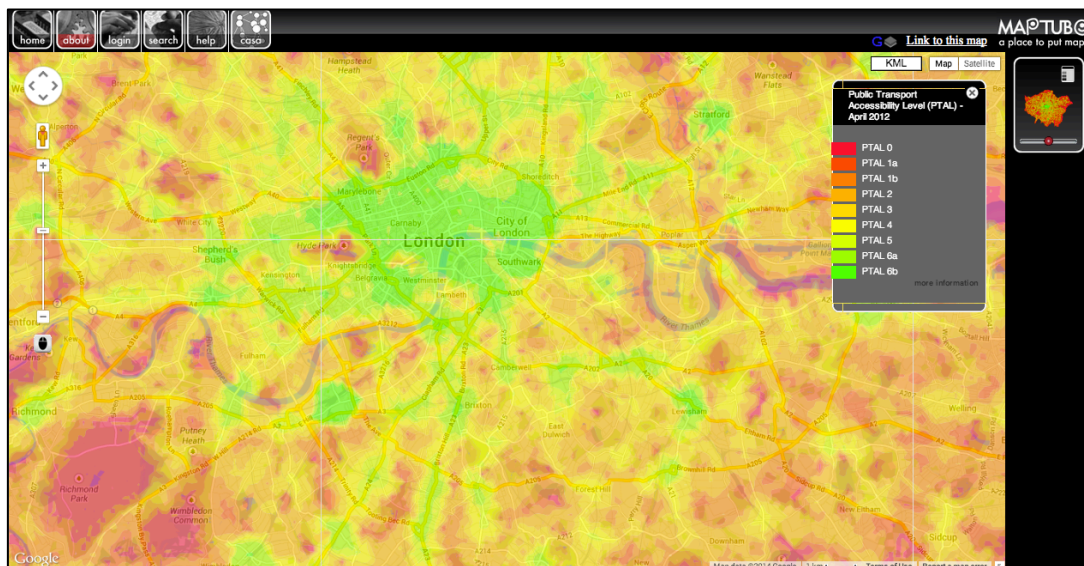
**Figura 52 - Mappa Pleens**

Le **mappe informative** raccolgono dei dati e li rappresentano abilitando nuove analisi. La mera elencazione di una serie di dati non permette di comprenderli se questi sono troppo numerosi, per questo motivo si utilizzano strumenti come le classifiche o le mappe per rappresentare dati aggregati. Due progetti che sfruttano questa tipologia di mappe sono la **MapTube** e la **Traffic Origins**.

**MapTube** (<http://www.maptube.org/>) sviluppata dal CASA (Batty et al. 2011) consente all'utente di creare mappe personalizzate e quindi caricarle sul sito. Le mappe possono essere sovrapposte fra loro creando un'aggregazione di dati permettendo così di leggere più dati contemporaneamente e di confrontarli. Sul sito si possono trovare svariate mappe classificate in base ad una tassonomia:

Popolazione	Educazione	Salute	Criminalità
Trasporti	Politica	Economia	Territorio

Un esempio di mappe inserite nella sezione trasporti è la “Public Transport Accessibility level”<sup>12</sup>



**Figura 53 - Mappa Public Transport Accessibility Level (CASA)**

L'esperimento di **Traffic Origins** del MIT nell'ambito del progetto di visual explorations of urban mobility (<http://senseable.mit.edu/visual-explorations-urban-mobility/traffic-origins.html>) descrive come avvengono gli incidenti stradali

<sup>12</sup> Metodo di pianificazione dei trasporti per definire il livello di accessibilità alla rete. È un approccio che definisce un livello da 1 a 6 calcolato in base alla distanza di un punto da una stazione dell'autobus e alla frequenza del servizio a questa fermata. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Public\\_transport\\_accessibility\\_level](http://en.wikipedia.org/wiki/Public_transport_accessibility_level))

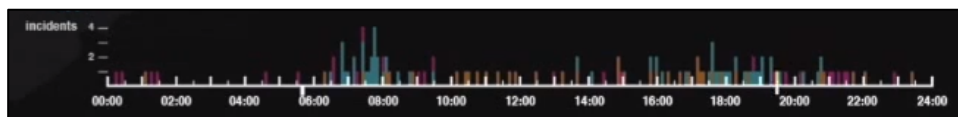
combinando i dati raccolti dai sensori sulla velocità e sul flusso del traffico (Calabrese F. 2006) con informazioni riguardanti la posizione e il momento dell'incidente stradale, si riesce ad esplorare la dinamica del fenomeno.

La descrizione naturalmente è visiva prodotta attraverso i colori e le forme geometriche: i colori dei segmenti stradali rappresentano la velocità cui si sta muovendo il traffico, i cerchi sono posizionati dove avvengono gli incidenti.



**Figura 54 - Mappa TrafficOrigins**

Incrociando questi dati, il Cruscotto permette di definire tre tipi di problematiche stradali descritte da vari colori: incidenti (cerchi rosa), traffico intenso (cerchi blu), e auto in avaria (cerchi arancioni). Questa enorme mole di dati può essere aggregata nel tempo e mostrare l'incidenza dei vari casi nel corso della giornata.

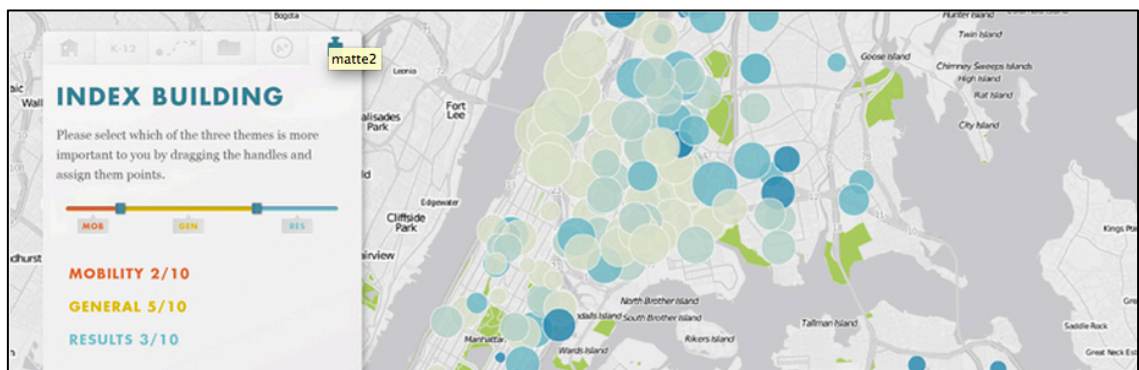


**Figura 55 - Aggregazione dei dati nel tempo**

Rappresentare i dati consente di aumentare sia le performance della rete, che la risposta agli incidenti e di disegnare una rete stradale più robusta.

Le **mappe decisionali** sono di supporto all'utente per prendere decisioni, raccolgono e sintetizzano informazioni come le mappe informative ma queste informazioni vengono selezionate e personalizzate per essere di sostegno alle decisioni.

Dust del Density Design Lab è una mappa su cui sono geolocalizzate le scuole di una città a cui sono associate informazioni rilevanti per uno studente nel momento della scelta. Dust è uno strumento di supporto per esplorare e confrontare l'offerta educativa.



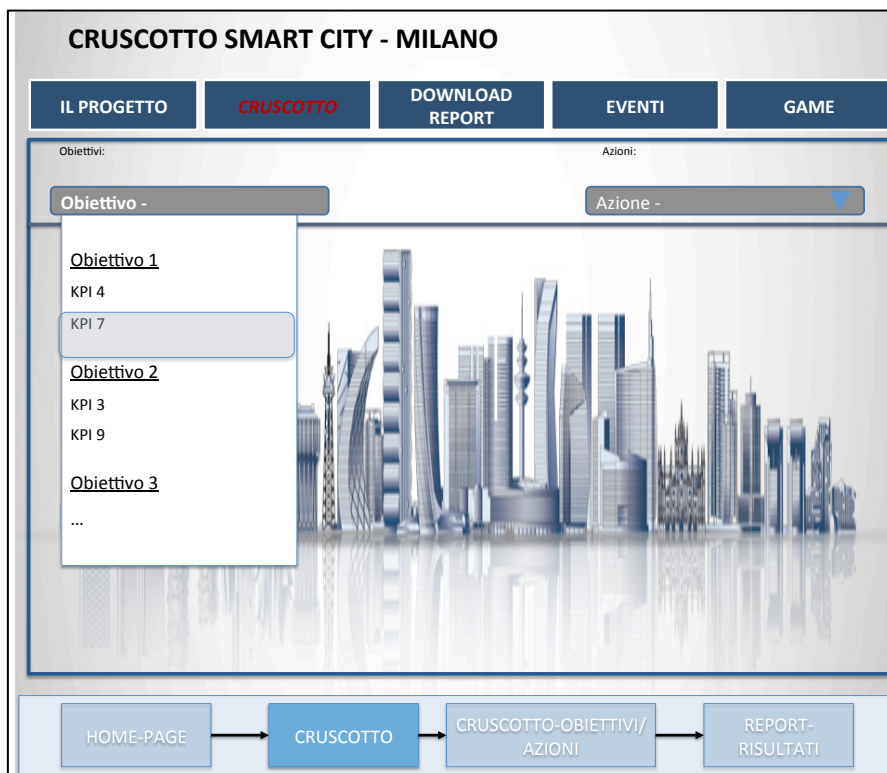
**Figura 56 - Mappa Dust**

Le scuole sono confrontate su un dataset multidimensionale composto da informazioni generali, performance della scuola e mobilità urbana. Gli utenti attraverso successivi passi di filtraggio costruiscono il proprio profilo basato sulle loro priorità. Ciò che permette d'identificare tra le scuole di cui sono presentate le caratteristiche, le più appropriate per l'utente. La scuola sulla mappa è geolocalizzata attraverso le due dimensioni spaziali ma il segnaposto rappresenta grazie al colore e al diametro due dimensioni che possono essere scelte dall'utente in un menù a tendina. Le scuole dopo il setaccio vengono classificate come buone, sufficienti e cattive e sono il risultato di un'analisi multicriterio (Chen et al. 2008)

L'architettura modulare del Cruscotto per le Smart City ideato in questa tesi, lascia aperta la possibilità di ampliare una o più rappresentazioni di dati georeferenziati, aumentando così l'accuratezza della visualizzazione e della comprensione delle informazioni. Come si è visto le opportunità sono molteplici e per questo non si è voluto dettagliare ulteriormente lo sviluppo di questa tematica che però lascia aperte molte opportunità di ampliamento.

## 7.2 SIMULAZIONE

L'analisi degli scenari, come descritta nel Capitolo precedente, prevede lo studio della variazione del valore di un indicatore chiave (KPI), in risposta all'implementazione di una o più azioni. Chi usufruirà di questo Cruscotto dovrà potersi servire di uno strumento semplice da utilizzare e intuitivo nel leggere i risultati. La soluzione sarà implementata in una logica web-based, per consentirne l'utilizzo a diversi utenti, da più punti d'accesso. Nella **Figura 41** è stata introdotto per la prima volta la pagina web su cui sarà possibile interagire con il Cruscotto, dalla homepage si accederà alla schermata per svolgere le analisi con il Cruscotto. Dalla schermata nella **Figura 57** sarà possibile scegliere se avviare una analisi di reportistica degli indicatori o un'analisi degli scenari. Nella schermata dell'analisi degli scenari si potrà accedere all'elenco delle azioni che contiene una breve descrizione dell'azione nel database e dei collegamenti con i KPI, oppure si potrà visualizzare la lista degli obiettivi o dei KPI inseriti.



**Figura 57 - Schermata Cruscotto (website)**

L'analisi degli scenari può essere avviata, sia dalla schermata delle azioni sia dalla schermata degli obiettivi o KPI.

Nella schermata delle azioni c'è una lista delle azioni che possono essere intraprese; selezionandone una compare una schermata che descrive brevemente l'azione e fornisce le informazioni principali:

- Valori ammissibili che possono essere selezionati
- KPI collegati positivamente o negativamente
- Informazioni sui kKPI collegati che contengono:
  1. Valore attuale
  2. Intervallo
  3. Soglia

**CRUSCOTTO SMART CITY**

IL PROGETTO **CRUSCOTTO** DOWNLOAD REPORT EVENTI GAME

Obiettivi: Azioni:

Obiettivo - Azione 1

Descrizione azione

Valori ammissibili

X X X

SINERGIE | Azione 2  
Azione 5

Indicatori collegati positivamente  
KPI 3 (KPI)  
KPI 15

Indicatori collegati negativamente  
KPI 2 (Dummy)

Informazione Indicatori collegati

KPI 3 (+)  
Valore attuale   
Intervallo   
soglia

KPI 15 (+)  
Valore attuale   
Intervallo   
soglia

KPI 3 (+)  
Valore attuale   
Intervallo   
soglia

AVVIO SIMULAZIONE

HOME-PAGE → CRUSCOTTO → CRUSCOTTO-OBIETTIVI/AZIONI → REPORT-RISULTATI

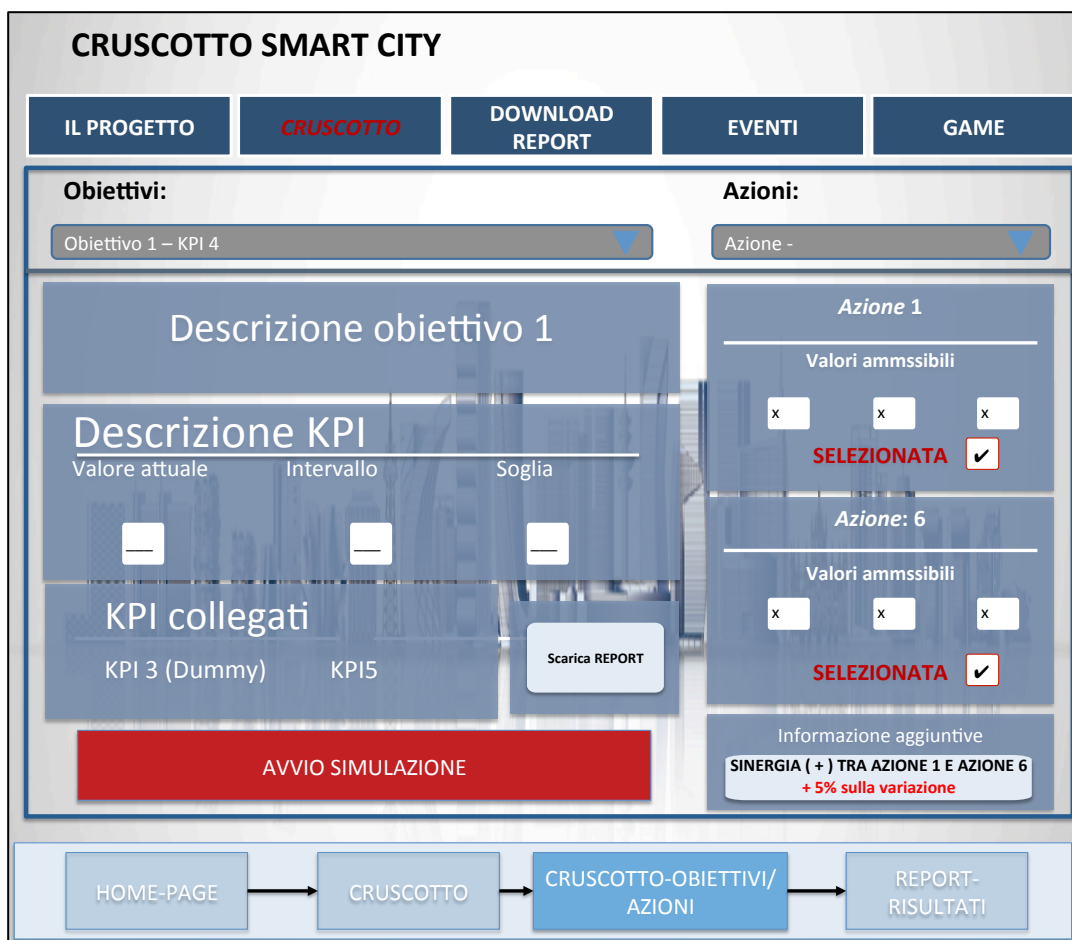
**Figura 58 - Schermata Cruscotto Azione**



Questa modalità da cui far partire l'analisi degli scenari è utilizzata principalmente per studiare i tipi di azione che possono essere implementati, o per simulazioni molto semplici, visto che non consente di sviluppare scenari in cui è coinvolta più di un'azione.

Se invece si vuole generare degli scenari partendo dagli obiettivi che si vogliono raggiungere se ne seleziona uno dalla lista degli obiettivi. Per ogni obiettivo è associato uno o più KPI, come mostrato nella **Figura 57**.

Una volta scelto l'obiettivo che si vuole studiare e selezionato il KPI che monitora le prestazioni, si apre una scheda del KPI che descrive l'indicatore con un breve testo qualitativo e alcuni valori chiave come: il valore attuale, l'intervallo e la soglia. La scheda evidenzia anche le azioni a esso collegate e permette di scegliere il valore che si vuole selezionare per avviare la simulazione. Le azioni che possono essere scelte sono quelle che hanno un legame con il KPI selezionato. Far partire l'analisi dalla schermata degli obiettivi permette di selezionare più di un'azione contemporaneamente così da riprodurre le reali dinamiche decisionali di un'amministrazione. Ai margini della scheda vengono riportate alcune informazioni aggiuntive che possono riportare l'esistenza o meno di sinergie tra le azioni, o alcune informazioni di carattere speciale rispetto al KPI. È anche possibile scaricare un report che viene generato automaticamente sul KPI del tipo mostrato nella **Figura 50**



**Figura 59 - Schermata Cruscotto Obiettivo**

Avviata l'analisi degli scenari, viene elaborato un report che contiene un grafico con la variazione del KPI in seguito alle azioni selezionate, ma anche con la variazione di tutti gli altri indicatori collegati alle azioni selezionate. Viene anche allegato un secondo report viene allegato in cui è descritto il procedimento utilizzato per raggiungere la soluzione.

### *7.2.1 Esempio: Emissione CO2 sito web, algoritmo e report*

Di seguito sono illustrati i passi da seguire per avviare un'analisi degli scenari che tenga in considerazione l'obiettivo di riduzione di CO2. Viene mostrata la pagina web nella sezione del Cruscotto e spiegati i vari passaggi che portano alla scelta della simulazione alla sua risoluzione e infine al report con i risultati.

<b>Selezione Obiettivo:</b>	<i>Miglioramento inquinamento atmosferico</i>
<b>Selezione KPI</b>	<i>CO2 nell'aria</i>
<b>Azioni scelte:</b>	<i>Aumento flotta auto car sharing</i>
	<i>Incentivi per l'acquisto di auto elettriche</i>
<b>Parametri selezionati delle azioni:</b>	Aumento del <b>10%</b> flotta car sharing: <b>20</b> unità
	Incentivi per acquisto del <b>15%</b> in più delle auto elettriche immatricolate nell'anno ( <b>1500</b> auto elettriche)

### CRUSCOTTO SMART CITY - MILANO

IL PROGETTO
CRUSCOTTO
DOWNLOAD REPORT
EVENTI
GAME

**Obiettivi:**

Riduzione inquinamento - Livello CO2 nell'aria

L'obiettivo prescelto è quello di ridurre l'inquinamento atmosferico cittadino. I KPI che misurano le prestazioni di questo obiettivo sono "livello di CO2 nell'aria" e "livello di PM10 nell'aria".  
L'obiettivo rientra negli accordi del protocollo di Kyoto. Il livello dell'inquinamento ammissibile è regolato dalla "nuova normativa CE 2008/50 dell'Unione Europea attuata in Italia, che tiene in considerazione le linee guida sviluppate dall'OMS".

**Descrizione KPI**

Valore attuale	Intervallo	Soglia (obiettivo)
1.560 kt CO2/anno	1.000-3.000 kt CO2 /anno	1.500 kt CO2 /anno

Gli indicatori collegati al KPI "riduzione CO2" sono:

- Auto circolanti (diretta)
- Obbligo di targhe alterne (diretta)
- Aumento km pista ciclabile (indiretta)
- Aumento prezzo parcheggio (indiretta)
- Definizione di zone a traffico limitato (indiretta)

Scarica REPORT

AVVIO SIMULAZIONE

**Azioni:**

Azione -

**Azione: Aumento auto elettriche (incentivi)**

Valori ammissibili

10% 
15% 
20%

SELEZIONATA

**Azione: Aumento flotta car sharing**

Valori ammissibili

5% 
10% 
15%

SELEZIONATA

Informazione aggiuntive

SINERGIA: NESSUNA

HOME-PAGE
CRUSCOTTO
CRUSCOTTO-OBIETTIVI/AZIONI
REPORT-RISULTATI

**Figura 60 - Schermata Cruscotto Obiettivo (Caso Emissione CO2)**

Una volta scelti i parametri si procede con la simulazione schiacciando il pulsante d'avvio.

A livello dell'utilizzatore finale le uniche schermate con cui esso interagisce sono la schermata di scelta dei parametri ed avvio della simulazione (**Figura 60**) e il report finale. Per semplificare la comprensione del funzionamento e per mostrare il procedimento spiegato nel **Paragrafo 6.5** viene spiegato di seguito il procedimento interno di raccolta ed elaborazione svolto dall'algoritmo. La struttura del processo descritto nel **Paragrafo 6.5** segue una spiegazione logica e consequenziale, utile perché accompagna il lettore sempre più in profondità nella logica del Cruscotto; la procedura che segue invece segue la consequenzialità dell'algoritmo che invece parte dall'obiettivo andando a selezionare le azioni, cercando le eventuali sinergie o ridondanze, passando poi alla relazione tra le azioni e gli indicatori e solo infine analizzando le eventuali relazioni tra gli indicatori.

**Fase 1: Matrice (M3) relazioni azione- azione**

<b>MATRICE AZIONE-AZIONE (M3)</b>	<b>Aumento flotta car sharing</b>	<b>Aumento auto elettriche</b>
<b>Aumento flotta car sharing</b>	-	0
<b>Aumento auto elettriche</b>	0	-

L'algoritmo, prese in ingresso le azioni selezionate, per prima cosa verifica che non esistano sinergie, ridondanze o consequenzialità tra le iniziative. In questo caso le due azioni sono indipendenti ed è possibile applicare il principio di sovrapposizione degli effetti.

## Fase 2: Matrice (M2) azioni-KPI

MATRICE AZIONE-INDICATORE (M2)	Livello di CO2 nell'aria	Numero di auto a benzina circolanti (Dummy)
<b>Aumento flotta car sharing</b>	Indiretta (indicatore Numero di auto circolanti)	-1
<b>Aumento auto elettriche</b>	Indiretta (Indicatore: Numero di auto circolanti)	-1

L'algoritmo recupera le informazioni dei KPI collegati alle azioni. Nessuna delle due azioni è direttamente collegata al KPI obiettivo, viene quindi identificato l'indicatore Dummy che permette il passaggio tra le azioni e il KPI. Il Dummy è lo stesso per entrambe le azioni

**Indicatore Dummy:** Numero di auto circolanti

Vengono quindi richiamate le funzioni con cui le azioni sono in relazione con l'indicatori Dummy:

- L'aumento di una macchina nella flotta car sharing comporta la riduzione di almeno 5 macchine di proprietà (chi vende la macchina, chi rinuncia ad acquistarla e utilizzo dell'auto più razionale (<http://www.carsharing.tn.it/>, <http://www.legambiente.it/>) e quindi ciò comporta quattro auto in meno in circolazione
- Per ogni auto elettrica in circolazione si può assumere che ci sia un'auto a benzina in meno

Sono quindi inseriti i parametri che sono stati selezionati nella scheda d'avvio della simulazione

- **20** macchine car sharing = **-80** auto in circolazione
- **1500** auto elettriche = **- 1500** auto in circolazione

### Fase 3: Matrice (M1) Indicatore-Indicatore

In questa fase finale si recuperano le informazioni relative agli indicatori Dummy chiamati in causa. Vengono attivati i collegamenti tra gli indicatori Dummy (auto circolanti) e il KPI selezionato (CO2 nell'aria)

MATRICE INDICATORE- INDICATORE (M1)	Numero auto a benzina circolanti	Livello CO2 nell'aria
Numero auto a benzina circolanti	-	+1
Livello CO2 nell'aria	0	-

Relazione: *auto circolanti/CO2*

$$CO2 = \frac{12000km * (\text{numero di auto in meno}) * 250kg}{1000km}$$

Dopo aver definito la relazione vengono calcolate le variazioni, inserendo i parametri risultanti dalla **Fase 2**, e infine sommate:

#### ***Car Sharing***

$$CO2 = \frac{12000km * (80) * 250kg}{1000km} = -240000$$

#### ***Auto Elettrica***

$$CO2 = \frac{12000km * (1500) * 250kg}{1000km} = -4500000$$

Le informazioni risultanti dalla **Fase 3** mostrano come non esiste relazione tra le azioni e che quindi è possibile sommare gli effetti ottenuti.

$$\Delta_{tot} CO_2 = -240000 - 4500000 = -4740000 \text{ kg/anno (4740 tn)}$$

Terminata la simulazione il Cruscotto genera un report (Figura 61 - Report: Simulazione) dove sono indicate le principali informazioni dell'analisi effettuata tra cui il KPI scelto, le azioni coinvolte, il risultato atteso della simulazione e la possibilità di effettuare alcune analisi aggiuntive come lo studio delle sinergie.

## REPORT: SIMULAZIONE

### Azioni selezionate

*Aumento flotta car sharing*

*Aumento auto elettriche*

Valore selezionato: 20

Area tematica: Smart mobility

Azioni correlate: numero auto in circolazione (benzina)

Sinergie con altre azioni: no

Valore selezionato: 1500

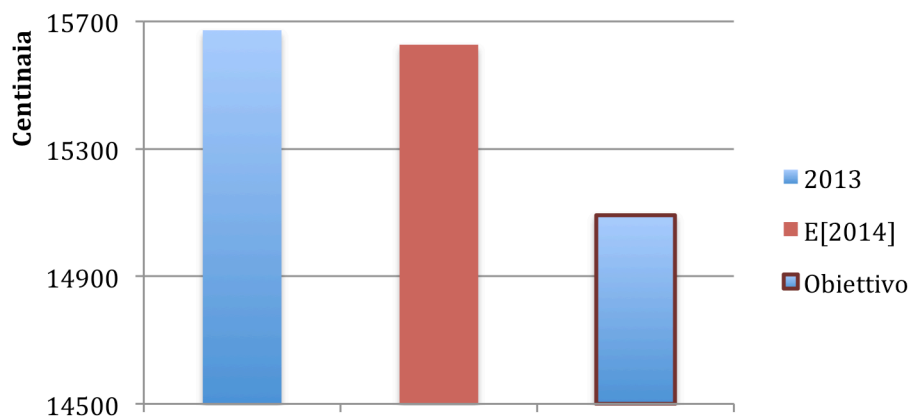
Area tematica: Smart mobility

Azioni correlate: numero auto in circolazione (benzina)

Sinergie con altre azioni: no

### Risultato simulazione

#### Livello di CO2 nell'aria



**SINERGIE RIDONDANZE**

**NESSUNA**

HOME-PAGE

CRUSCOTTO

CRUSCOTTO-OBIETTIVI/  
AZIONI

REPORT-  
RISULTATI

Figura 61 - Report: Simulazione



## 8 CONCLUSIONI

Trasformare una città in Smart City è un percorso lungo e tortuoso. Eccetto casi eccezionali in cui la città viene costruita Smart dalle sue fondamenta<sup>13</sup>, le iniziative Smart devono scontrarsi con molti vincoli dettati dalle complessità strutturali delle città. Tra le difficoltà che incontra un'amministrazione Comunale che si proponga di trasformare la propria città in una Smart City bisogna considerare, oltre ai vincoli strutturali, anche la frammentazione teorica che ha caratterizza la nascita e la diffusione del concetto di Smart City. Questa frammentazione nella pratica si declina in una serie di iniziative non coordinate tra le diverse Aree Tematiche. Questa mancanza di coordinamento si riflette anche all'interno di una stessa area tematica comportando inefficienze e barriere all'innovazione. Poter avere una visione d'insieme chiara e puntuale che comprenda tutte le caratteristiche, le potenzialità e le attività in essere del territorio permette a chi deve prendere importanti decisioni, per la vita quotidiana dei cittadini, di farlo con consapevolezza e giudizio.

Dotare l'amministrazione di strumenti per leggere la città ad ogni livello di dettaglio, è un trend già in atto. Le classifiche, gli indicatori e i cruscotti analizzati forniscono una vasta conoscenza a sostegno delle decisioni. L'obiettivo iniziale di questa tesi era di analizzare questi strumenti per capire se e dove ci fosse un gap da colmare per ampliare l'offerta di supporto alle decisioni per l'amministrazione comunale. Il percorso fatto ci ha portato ad analizzare le caratteristiche e i limiti delle principali classifiche e dei cruscotti già attivi sul territorio, mostrando come nonostante siano molto efficaci per descrivere lo stato attuale delle cose e per fornire indagini di reportistica non forniscano informazioni utili sugli scenari futuri.

---

<sup>13</sup> (<http://www.masdar.ae/en/#masdar>)

Per questo motivo si è scelto di progettare un Cruscotto per la Smart City che, inglobando le classifiche e i cruscotti di reportistica analizzati, fornisca anche uno strumento per effettuare simulazioni per definire come determinate azioni che possono essere intraprese dall'amministrazione possano influenzare la variazione di alcuni indicatori chiave (KPI).

Il Cruscotto è stato quindi definito nella sua struttura, sia logica che informatica e sono state delineate le funzionalità principali (reportistica e simulazione). La tesi si propone di fornire le principali linee guida per un'eventuale implementazione del Cruscotto evidenziando i passi necessari sia per la costruzione che per l'aggiornamento e l'utilizzo.

La principale criticità dal punto di vista progettuale risiede nella definizione delle relazioni tra gli indicatori e le azioni, necessarie per alimentare l'algoritmo di simulazione in grado di determinare gli scenari futuri (variazione KPI) in base alle azioni che vengono intraprese. Anche se può risultare difficile e dispendioso raccogliere tutte le relazioni necessarie, la struttura modulare con cui è stato progettato il Cruscotto consente di dividere il problema, rendendo il Cruscotto operativo sin dalle prime relazioni inserite senza attendere che il database sia completato, consentendo così un rapido ritorno sugli investimenti fatti. L'architettura scelta è, non a caso, quella standard di un sistema di Business Intelligence (database e comuni algoritmi di calcolo), per far sì che l'implementazione sia semplice e replicabile in diversi contesti abbattendo le eventuali barriere tecnologiche che potrebbero disincentivare la costruzione.

Architettura, algoritmi e procedure standardizzati insieme ad una struttura modulare, fanno del Cruscotto un potente strumento potente ma semplice da implementare, mentre la fruibilità per l'utente finale in un'ambiente web-based rende lo strumento compatibile con tutti i sistemi operativi. A questo proposito si è deciso di definire anche il design del Cruscotto per l'utente finale così da dare una linea di progettazione chiara che metta in evidenza le caratteristiche principali. Tutte questi punti di forza sono stati pensati per non vincolare lo sviluppo del

Cruscotto ad una sola realtà territoriale, ma permetterne la diffusione in più comuni.

La replicabilità non solo è una delle caratteristiche fondamentali che aggiungono valore alla soluzione, ma è anche la soluzione più efficace per ovviare al limite principale: il dispendio di tempo e denaro nella raccolta di dati e relazioni. Una piattaforma modulare in cui si possono facilmente scambiare parti del sistema o blocchi d'informazioni, in cui la conoscenza acquisita è facilmente trasferibile sia tra i comuni che tra le generazioni di amministratori, è destinata a crescere ed ampliarsi.

Per arricchire la trattazione, ad ogni definizione delle fasi del progetto sono stati riportati alcuni esempi, i cui dati si riferiscono principalmente al territorio del Comune di Milano, con l'auspicio che possano essere di sostegno in fase d'implementazione. In aggiunta è stato affrontato il tema della rappresentazione dei risultati che al di là delle specifiche tecniche di progettazioni rappresenta, il vero valore aggiunto per un sindaco e per il suo *entourage*. È stato definito come costruire report densi di conoscenza ma di facile lettura che rappresentano le informazioni che si hanno e quelle che vengono acquisite grazie agli algoritmi di simulazione.

Il percorso fatto è stato una inestimabile opportunità per capire appieno il concetto spesso troppo confuso di Smart City. Essendo l'amministrazione lo snodo dei vari progetti, l'intermediario tra il cittadino e le imprese che vogliono contribuire alla trasformazione in Smart City, capirne le esigenze e definire di quali strumenti ha bisogno, mi ha dato una ampia visione e conoscenza del tema.

In sintesi il Cruscotto per la Smart City è stato pensato per essere un sostegno alle amministrazioni nel difficile e stimolante percorso di "ristrutturazione" della città. Uno strumento per facilitare ed ottimizzare il processo di *decision making* che fosse di sostegno per conoscere la città in cui si opera e per capire le conseguenze delle azioni che si vogliono intraprendere.

## **BIBLIOGRAFIA**

Airp, P., Osservatorio sulla Mobilità Sostenibile dell'Associazione Italiana Ricostruttori di Pneumatici (Airp).

Appel, S.U. et al., 2013. Predictive analytics can facilitate proactive property vacancy policies for cities. *Technological Forecasting and Social Change*.

Ariyachandra, T. & Watson, H., 2010. Key organizational factors in data warehouse architecture selection. *Decision Support Systems*, 49, pp.200–212.

Arribas-Bel, D., Kourtit, K. & Nijkamp, P., 2013. Benchmarking of world cities through Self-Organizing Maps. *Cities*, 31, pp.248–257.

Batty, M. et al., 2012. Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), pp.481–518.

Batty, M. et al., 2011. Visually-Intelligible Land Use Transportation Models for the Rapid Assessment of Urban Futures. *UCL Working Paper Series*, 163(0), pp.0–16.

Bolici, R., & Mora, L. 2012. Dalla Smart City alla Smart Region. Governare la transizione intelligente delle.

Brachinger, H. W. 2003. Statistical theory of hedonic price indices (No. 1). Department of Quantitative Economics, University of Freiburg/Fribourg Switzerland.

Brandon, P., & Lombardi, P. 2010. Evaluating sustainable development in the built environment. John Wiley & Sons.

Buzan Tony Buzan, B., 1994. The Mind Map Book. In *The Mind Map Book How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brains Untapped Potential*. p. Buzan

Organization.

Calabrese, F., & Ratti, C. 2006. Real time rome. *Networks and Communication studies*, 20(3-4), 247-258.

Carbone, S.L. & Ricca, F., 2011. Torino Smart City on Line Piattaforma per il monitoraggio , la governance e la comunicazione di Torino Smart City

Chen, Y., Kilgour, D.M. & Hipel, K.W., 2008. Screening in multiple criteria decision analysis. *Decision Support Systems*, 45, pp.278–290.

Chourabi, H. et al., 2012. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.2289–2297.

Cosgrave, E., Arbuthnot, K. & Tryfonas, T., 2013. Living Labs, Innovation Districts and Information Marketplaces: A Systems Approach for Smart Cities Paredis, CJJ and Bishop, C and Bodner, D, ed. *2013 Conference on Systems Engineering Research*, 16(Cser 13), pp.668–677.

Natural Resources Defense Council, What are smarter cities?  
<http://smartercities.nrdc.org/about>.

Cristian, G. & Roscia, M., 2012. De fi nition methodology for the smart cities model. , 47, pp.326–332.

DESA, U. 2010. World Urbanization Prospects: The 2009 Revision. Highlights. Population Division, United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), New York, NY, USA.

Diener, Suh, Lucas & Smith 1999. *Psychological Bulletin*, 125, pp.276–302.

Diener, E., Suh, E.M., et al., 1999. Subjective well-being: Three decades of

progress. *Psychological Bulletin*, 125, pp.276–302.

Diener, E., 1984. Subjective well-being. *Psychological Bulletin*, 95, pp.542–575.

Elliott, M. a., 2010. Selecting numerical scales for pairwise comparisons. *Reliability Engineering & System Safety*, 95(7), pp.750–763.

Ferro, E., Caroleo, B., Leo, M., Osella, M., & Pautasso, E. 2013, May. The Role of ICT in Smart Cities Governance. In Conference for E-Democracy and Open Governement (p. 133).

Fernández-Sánchez, G. & Rodríguez-López, F., 2010. A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), pp.1193–1201.

Gagliardi, F., Roscia, M. & Lazaroiu, G., 2007. Evaluation of sustainability of a city through fuzzy logic. *Energy*, 32(5), pp.795–802.

Giffinger, R., & Gudrun, H. 2010. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?

Giorgia Lupi, 2014. Visualizing the User Generated city. Exploring the potentiality of emergent geo-social media applications as a novel source of urban knowledge. (Doctoral dissertation)

Berthon, B., & Guittat, P. 2011. Ascesa della città intelligente. *Outlook*, (2).

Bowerman, B., Braverman, J., Taylor, J., Todosow, H., & Von Wimmersperg, U. (2000, September). The vision of a smart city. In 2nd International Life Extension

Technology Workshop, Paris.

Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J., & Williams, P. 2010. Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16.

Heilig, G. K. 2012. *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section, New York.

Hollands, R.G., 2008. Will the real smart city please stand up? *City*, 12, pp.303–320.

Finamore, V. 2006. *La valutazione della strategia negli Enti Locali: l'applicazione delle Balanced Scorecard* (Doctoral dissertation, Università degli Studi di Napoli Federico II).

Jiri Dvorsky, Vaclav Snasel, J.K., 2010. Improvements Quality of Kohonen Maps Using Dimension Reduction Methods. *Technical University of Ostrava Czech Republic*.

Johnson, S., 2011. *Dove nascono le grandi idee*, Bur.

Kaplan, R.S. & Norton, D.P., 1992. The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 70, pp.71–79.

Kaplan, R.S. & Norton, D.P., 1996. The Balanced Scorecard Translating Strategy In Action (Kaplan & Norton, 1996, Harvard Business School Press).pdf. *Proceedings of the IEEE*, 85, p.322.

Klir, G. J., & Yuan, B. 1995. *Fuzzy sets and fuzzy logic* (Vol. 4). New Jersey:



Prentice Hall.

Kohonen, T., 1982. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43, pp.59–69.

Kohonen, T. 1990. The self-organizing map. *Proceedings of the IEEE*, 78(9), 1464-1480.

Leydesdorff, L., 2000. The triple helix: an evolutionary model of innovations. *Research Policy*, 29, pp.243–255.

Mancini, M., 2008. Obama inaugura il Green New Deal.

Marzuki, Z. & Ahmad, F., 2007. Data Mining Discretization Methods and Performances. *Machine Learning*, pp.978–980.

Mcnamee, R. & Philbrook, S., 2009. Key Performance Indicators for the City of Melbourne ' s Building Team. , (May).

Monti, I.G., Balanced Score Card per la Pubblica Amministrazione. , Pp.1–15.

Moro, M. et al., 2008. Ranking quality of life using subjective well-being data. *Ecological Economics*, 65(3), pp.448–460.

Nam, T., & Pardo, T. A. 2011, June. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times* (pp. 282-291). ACM

Neirotti, P. et al., 2014. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, pp.25–36.

Phillis, Y. a., Grigoroudis, E. & Kouikoglou, V.S., 2011. Sustainability ranking and improvement of countries. *Ecological Economics*, 70(3), pp.542–553.

Politecnico di Milano, 2012. Smart Cities.

Neirotti, P., Michelucci, F. V., Scorrano, F., Calderini, M., & De Marco, A. (2013). Smart City. Progetti di sviluppo e strumenti di finanziamento.

Pyle, D., Editor, S. & Cerra, D.D., 1999. Data Preparation for Data Mining. *Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications*, 17, pp.375–381.

Ratti, 2011. Lectio magistralis, Le Città Digitali, Milan.

Ratti, C. & Townsend, A., 2011. The social nexus. *Scientific American*, 305, pp.42–46, 48.

Rios, P., 2008. Creating “the smart city” (Doctoral dissertation)

Rosales, N., 2011. Towards the Modeling of Sustainability into Urban Planning: Using Indicators to Build Sustainable Cities. *Procedia Engineering*, 21, pp.641–647.

Roscia, M., Zaninelli, D., & Lazaroiu, G. 2008. Sustainable urban model through fuzzy logic weights. *International Journal of Energy and Environment*, 2(1), 11-17.

Saaty, T.L., 1988. *What is the analytic hierarchy process?*, (pp. 109-121). Springer Berlin Heidelberg.

Science, R. & Studies, M., 2007a. Smart cities Ranking of European medium-sized cities. , (October).

Scipioni, A. et al., 2009. The Dashboard of Sustainability to measure the local

urban sustainable development: The case study of Padua Municipality. *Ecological Indicators*, 9(2), pp.364–380.

Tella, R. Di & MacCulloch, R., 2006. Some Uses of Happiness Data in Economics. *Journal of Economic Perspectives*, 20, pp.25–46.

Thornbush, M., Golubchikov, O. & Bouzarovski, S., 2013. Sustainable cities targeted by combined mitigation–adaptation efforts for future-proofing. *Sustainable Cities and Society*, 9, pp.1–9.

Toppeta, D., 2010. The Smart City Vision: How Innovation and ICT Can Build Smart, “Livable”, Sustainable Cities. The Innovation Knowledge Foundation.

Vesanto, J., 1999. SOM-Based Data Visualization Methods. *Laboratory of Computer and Information Science Helsinki University of Tehnology*, 3(2), 111-126.

Vesanto, J., Alhoniemi, E. & Member, S., 2000. Clustering of the Self-Organizing Map. , 11(3), pp.586–600.

Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N. M., & Nelson, L.E., 2010. Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO. *Cambridge, MA: Forrester Research, Inc.*

Wiek, A. & Binder, C., 2005. Solution spaces for decision-making—a sustainability assessment tool for city-regions. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(6), pp.589–608.

## ***Websites***

<http://www.between.it/>

<http://dashboard.surrey.ca/>, <http://dashboard.surrey.ca/>.

<http://dotnet0.slcgov.com/>

<http://www.icitylab.it/>

<http://www.legambiente.it/>

<http://www.masdar.ac/en/#masdar>

<http://www.pleens.com/>

<http://www.torinosmartcity.it/>