

## CRUSCOTTI A SERVIZIO DELLA GOVERNANCE

Monitoraggio di indicatori di prestazione e indicatori aggregati

## GOVERNANCE DASHBOARDS

Monitoring of key performance and aggregate indicators

Adriano Magliocco, Maria Canepa

### ABSTRACT

La proliferazione delle politiche di smart city in tutto il mondo negli ultimi anni ha visto le infrastrutture digitali per la raccolta e la elaborazione di dati svolgere ruoli sempre più centrali nella governance contemporanea della città. I 'cruscotti', strumenti atti a comunicare lo stato e lo sviluppo della città attraverso l'esposizione di dati, possono avere un ruolo interessante nel supportare la realizzazione di iniziative da parte delle Amministrazioni pubbliche, oltre che nel renderne i cittadini maggiormente consapevoli. Aggiornamento, trasparenza e significatività dei dati riferiti a indicatori prestazionali più o meno condivisi sono punti critici nella realizzazione di cruscotti efficaci. L'aggregazione e pesatura dei dati e l'uso dello storytelling di dati possono trasformare la mera esposizione di dati grezzi in concetti più comprensibili e facili da leggere, non senza qualche rischio.

The recent increase of smart city policies around the world has meant that digital infrastructures play increasingly central roles for data collection and processing in contemporary city governance. The 'dashboards', as tools to communicate the state and development of the city through the display of data, can play an interesting role in supporting the implementation of initiatives by public administrations, as well as in making citizens more aware of them. Updating, transparency and meaning of the data, are critical points in the creation of effective dashboards, referring to shared key performance indicators. The aggregation and weighting of data and the use of data driven storytelling can transform the mere display of raw data into more understandable and easier to read concepts, however, not without some risk.

### KEYWORDS

indicatori di prestazione, cruscotti, digitalizzazione, città intelligenti, storytelling di dati

key performance indicators, dashboard, digitalization, smart city, data driven storytelling



**Adriano Magliocco**, Architect and PhD, is a Full Professor at the Architecture and Design Department, University of Genoa (Italy), where he is the Deputy Director. He conducts research mainly on environmental sustainability in architecture at different design scales. E-mail: [adriano.magliocco@unige.it](mailto:adriano.magliocco@unige.it)

**Maria Canepa** is an Adjunct Professor and Postdoctoral Researcher Fellow at the Architecture and Design Department, University of Genoa (Italy). Research interests are sustainable design and Near Zero Energy Building, BIM, strategies to address climate change and environmentally assessed design. E-mail: [maria.canepa@unige.it](mailto:maria.canepa@unige.it)

L'Agenda 2030 (UN, 2015) per lo Sviluppo Sostenibile, adottata da tutti gli Stati membri delle Nazioni Unite nel 2015, fornisce un Piano condiviso per la pace e la prosperità per il pianeta e le generazioni presenti e future. L'Agenda definisce i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs – Sustainable Development Goals), che sono un urgente invito all'azione da parte di tutti i Paesi, sviluppati e in via di sviluppo. Questi obiettivi mirano a salvaguardare la salute delle persone e dell'ambiente, a far fronte ai cambiamenti climatici, a realizzare un'efficace transizione ecologica verso le fonti rinnovabili e a rendere le città più resilienti (Fig. 1). Per monitorare lo stato di avanzamento di questi obiettivi, sempre più enti pubblici e privati, in particolare municipalità ma non solo, si stanno dotando di sistemi digitali per attuare strategie di comunicazioni tramite l'evidenziazione del monitoraggio di indicatori di prestazione (KPIs – Key Performance Indicators; Alrashed, 2020). Tra quelli maggiormente utilizzati troviamo 'cruscotti' (dashboard) in grado di descrivere dinamicamente lo stato di alcuni aspetti significativi della qualità ambientale, sociale ed economica di un ambito socio-spaziale, ad esempio un Comune, un quartiere, una struttura produttiva o educativa, ecc. (Young and Kitchin, 2020).

Per comprendere e monitorare meglio i progressi nel raggiungimento degli SDGs è necessario identificare parametri di valutazione comparabili e universalmente condivisi. I KPIs possono definire in modo realistico e misurabile i fattori essenziali relativi a un oggetto specifico, come la riduzione del cambiamento climatico o il raggiungimento della resilienza delle comunità. I KPIs sono uno strumento importante per definire politiche ambientali, in particolare per gli Enti pubblici, che possono utilizzarli per individuare obiettivi realistici per il raggiungimento degli SDGs e capire in quali settori sono maggiormente carenti (Schokker, Kamilaris and Karatsiolis, 2022; Fig. 2). Pertanto, per le Amministrazioni comunali, il monitoraggio e il raggiungimento di tali obiettivi rivestono un ruolo centrale nelle strategie di governance locale e multilivello (Hughes, Sarah and Tozer, 2020).

Rispetto ai monitoraggi a scala nazionale, quelli a scala locale possono essere estremamente significativi nella mappatura delle effettive differenze riscontrate a scala regionale e metropolitana. Tuttavia, è necessario selezionare insieme di indicatori con unità di misura adeguate e fare riferimento a banche dati che offrano valori su piccola scala, aggiornati e aggiornabili in futuro. Al fine di identificare un quadro di informazioni statistiche condivise come strumento per monitorare e valutare i progressi verso gli obiettivi dell'Agenda 2030, la Commissione statistica delle Nazioni Unite ha istituito l'Inter Agency Expert Group on SDG che ha definito una serie di oltre 200 indicatori. Anche l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) è coinvolto nella produzione di misure per il monitoraggio dei progressi verso gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile; le misure prendono in considerazione gli indicatori definiti dal Gruppo di Esperti insieme ad alcuni specifici dati di contesto nazionale, derivanti anche dal framework BES (Benessere Equo e Sostenibile).<sup>1</sup>

Il concetto sempre più diffuso di 'smart city', che spesso si associa a un'idea di città intelligente, digitalizzata e monitorata, non è di natura univoca. Secondo Zygiaris (2013), tale concetto si è

talmente esteso, anche con accezioni molto diverse, da portare ad autodichiarazioni frequenti e spesso arbitrarie da parte di numerose città, sebbene esistano svariati quadri di riferimento e valutazione per individuarne le caratteristiche (Smart City Reference Model), basati principalmente su dati statistici e informazioni quantitative, come ad esempio l'Intelligent Community Forum<sup>2</sup> o l'indice Smart Cities<sup>3</sup> (Caragliu, Del Bo and Nijkamp, 2011). Ciò che sicuramente ha progressivamente permesso lo sviluppo delle smart city è la disponibilità di banche dati (su diversi temi quali traffico, qualità ambientale, sicurezza, ecc.) e la possibilità, attraverso le reti in fibra e wi-fi, di riversare tali dati da una piattaforma all'altra; lo strumento per la visualizzazione dei dati viene definito cruscotto, o 'city dashboard' (Fig. 3).

Le tecnologie dei sensori e dell'IoT (Internet of Things) stanno acquisendo un'importanza sempre maggiore nel monitoraggio di fenomeni urbani, raccogliendo, elaborando, analizzando e integrando grandi quantità di dati. Tale importanza è testimoniata dagli ingenti investimenti effettuati da colossi della tecnologia nel realizzare prototipi di sistemi di rilevamento e interconnessione dati. Questi sistemi stanno aiutando diverse città in tutto il mondo a integrare l'IoT nei propri sistemi di gestione al fine di migliorare le politiche, i servizi e le attività urbane (D'Amico et alii, 2020). Affinché l'uso dell'IoT sia efficace è necessario un monitoraggio continuo attraverso piattaforme di interconnessione e cruscotti in grado di restituire quanto rilevato. La disponibilità di molti dati mette in rilievo più chiaramente quali siano le sfide che le città devono affrontare nel gestire i servizi urbani e, qualora i cruscotti siano accessibili e di facile lettura, hanno la potenzialità di migliorare il senso di responsabilità e consapevolezza dei cittadini sulle questioni urbane.

Obiettivo dell'articolo è quello di affrontare il tema della rappresentatività degli indicatori e la loro conseguente organizzazione in cruscotti, con particolare riferimento agli indicatori di prestazione relativi agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. La trattazione si riferisce a casi studio riportandone le metodologie impiegate, i risultati raggiunti, i principali ambiti di applicazione, i futuri sviluppi, sottolineando le criticità implicite connesse alla selezione dei KPIs, alla loro scelta di misurazione e aggregazione, ad esempio per renderli in grado di comunicare specifici trend di sviluppo attraverso lo storytelling di dati.

#### Applicazione dei KPIs e degli indicatori aggregati

Gli indicatori per le città, intesi come parametri caratterizzati da specifiche unità di misura atti a fornire una quantificazione rispetto a un elemento misurabile, con valori statici aggiornati ciclicamente o valori dinamici aggiornati pressoché in tempo reale, forniscono la lettura dell'andamento dei processi di sviluppo su varie aree tematiche, visualizzandone le tendenze attraverso grafici o mappe. Gli indicatori urbani 'singoli' misurano o valutano un fenomeno attraverso un'unità di misura specifica, generalmente di tipo quantitativo, in grado di rappresentarne lo stato. Per loro natura sono oggettivi e indipendenti da influenze esterne, tracciabili nel tempo, e verificabili; in alcuni casi, gli indicatori sono di natura indiretta perché il fenomeno di interesse sottostante è intangibile o non direttamente osservabile. Nella loro

semplicità non è però detto siano in grado di permettere una interpretazione di fenomeni più complessi come una tendenza di sviluppo in un determinato ambito. Per questo motivo è possibile utilizzare indicatori 'compositi', più facili da comprendere per utenti non addetti al settore ma più suscettibili di interpretazione; Per superare tale criticità, gli indicatori possono anche essere inseriti in modelli utili a spiegare le condizioni presenti e fare simulazioni per sviluppi futuri (Kitchin, Lauriault and McArdle, 2015).

Alcune ricerche mostrano come sia necessario aggregare i KPIs tramite indicatori compositi che devono essere comparati, al fine di permettere una reale valutazione dell'andamento del fenomeno descritto sia in presenza sia in assenza di veri benchmark (Kourtit and Nijkamp, 2018). Tuttavia tale aggregazione presenta non pochi rischi metodologici in quanto la pesatura dei singoli indicatori deve essere selezionata attraverso una metodologia trasparente e condivisa su base statistica. Poiché gli indicatori compositi sono costituiti da insiemi di indicatori, a cui vengono assegnati pesi diversi, il modo in cui vengono aggregati e i pesi che vengono attribuiti possono determinare un punteggio molto variabile. Di fatto, gli indicatori compositi sono maggiormente suscettibili di manipolazione (Kitchin, Lauriault and McArdle, 2015) e presentano il rischio di fornire interpretazioni diverse del fenomeno che stanno misurando (Fig. 4).

La Commissione Europea è consapevole della difficoltà di comprendere, da parte dei cittadini ma anche dei governanti, il significato e il peso che i dati singoli di monitoraggio hanno rispetto a una specifica tematica<sup>4</sup>; per risolvere tale criticità ha infatti istituito il Centro di Competenza sugli Indicatori Compositi e i Quadri di Valutazione Scoreboards con il compito di sviluppare piattaforme interattive di visualizzazione di dati che consentono a un'ampia gamma di utenti di esplorare e dare un senso a set di dati complessi. Le piattaforme online facilitano l'analisi e il monitoraggio dei fenomeni multidimensionali, fornendo una visione generale utile a decisioni informate sulle politiche nazionali, regionali e locali.

Sul problema dell'aggregazione di informazioni monitorate attraverso diverse metriche, ad esempio per ciascun SDG, Lafortune et alii (2020) affermano che molti framework di tracciamento degli SDGs sviluppano indici compositi, in grado di sintetizzare informazioni complesse in un unico numero anche se con rischi interpretativi. Tali indici possono essere più efficaci nello stimolare i dibattiti pubblici rispetto a un maggior numero di indicatori riferiti a singoli oggetti di monitoraggio. Allo stesso tempo, gli indici compositi sono sensibili ai metodi selezionati nelle varie fasi della loro costruzione, tra cui la standardizzazione degli indicatori, la normalizzazione degli indicatori, aggregazione (ad es. media aritmetica, media geometrica, ecc.) e pesi (uguale, matematico, basato su esperti).

#### Utilizzo dei cruscotti e dello storytelling di dati

Un 'cruscotto' consiste nella visualizzazione digitale di un insieme consolidato di dati, aggregati per un determinato scopo, utile a monitorare (anche in tempo reale), cosa sta accadendo in un determinato contesto di interesse e ad avviare azioni specifiche in merito. Il suo scopo varia a seconda dei fruitori, che possono essere di natura

# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

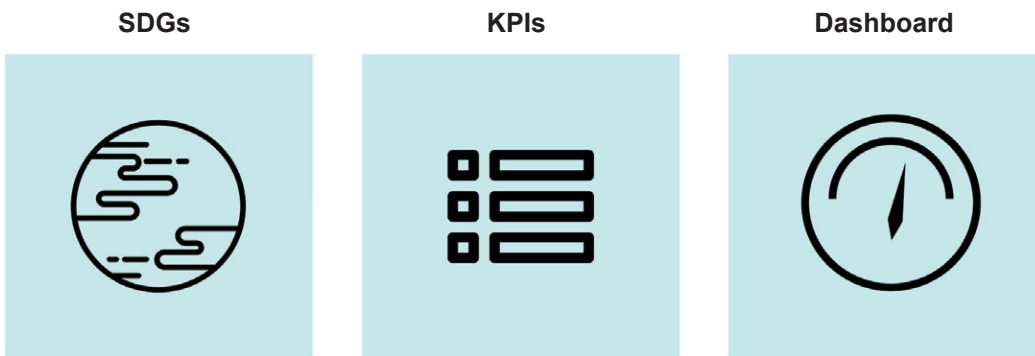


Fig. 1 | Agenda 2030 Sustainable Development Goals (source: UN, 2015).

Fig. 2 | SDGs monitoring, through KPIs visualization in dashboards (credit: M. Canepa, 2022).

pubblica o privata (Matheus, Janssen and Maeshwari, 2020) e per questo esistono diversi tipi di visualizzazione dei dati relativi agli indicatori selezionati. In determinati casi i dati sono strettamente relazionati a condizioni geospaziali: Jing et alii (2019) definiscono un cruscotto geospaziale come interfaccia interattiva basata sul web e supportata da una piattaforma che combina mappatura, analisi spaziale e visualizzazione con strumenti di business intelligence comprovati; in questo caso l'indicatore non è solo il valore numerico ma anche la visualizzazione e l'analisi basate su mappe per misurare o sviluppare le prestazioni della città.

I cruscotti possono avere quindi diverse caratteristiche in relazione agli obiettivi che ne hanno determinato la realizzazione, i dati disponibili, l'utente a cui si rivolge, l'aggiornamento dei dati, la necessità di metadati, la presenza di benchmarking o valori target e/o la struttura grafica (Sarikaya et alii, 2019). Possono essere utilizzati come strumento interno, cioè per evidenziare l'andamento di determinate condizioni ambientali o di processi di cambiamento in corso affinché i decisori politici meglio comprendano le azioni da intraprendere. In alternativa – ma anche contemporaneamente, attraverso il raggruppamento di KPIs (ciascuno in grado di monitorare un singolo

parametro) – è possibile creare insieme in grado di descrivere le tendenze di sviluppo di uno specifico ambito, rendendoli così comprensibili anche ai cittadini (qualora lo strumento sia accessibile, attraverso un sito web), definendo un preciso storytelling di dati (Barns, 2018). La modalità e lo strumento con il quale viene esposto il cruscotto può trasformarlo in uno strumento comunicativo più o meno efficace in virtù della disponibilità (monitorabilità), della bontà (sicurezza della fonte) dei dati, della metodologia di calcolo dell'indicatore.

I cruscotti non sono strumenti neutri, tecnici e di buon senso, ma sono in realtà inquadrati socialmente, politicamente, eticamente e filosoficamente in termini di forma, selezione dei dati, modalità di visualizzazione, analisi e distribuzione (Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016). Essi agiscono come traduttori e motori piuttosto che specchi, implementando un protocollo comunicativo che determina, da un lato il modo in cui i dati vengono visualizzati e quindi ciò che l'utente può vedere e con cui interagire, dall'altro quali domande possono essere poste e come vengono visualizzate le risposte.

È possibile riscontrare cruscotti di Enti pubblici con una focalizzazione sui propri obiettivi di sviluppo, o su meri dati analitici, o ancora riferiti agli indicatori degli SDGs; è possibile, in tutti i casi,

capire come sia difficile trarne veramente valutazioni inequivocabili su ciò che misurano e rappresentano, sia nel caso di indicatori singoli sia di gruppi di indicatori o loro aggregazioni. Nel 2018, con il supporto della Robert Wood Johnson Foundation, è stato lanciato il City Health Dashboard con oltre 40 indicatori relativi alla salute, dapprima per le 500 più grandi città degli Stati Uniti e nei quattro anni seguenti per altre 400 città, tutte con più di 50.000 abitanti<sup>5</sup>. Il cruscotto delle singole città restituisce dati semplici come il numero di decessi per determinate patologie, variazioni rispetto alla media nazionale e il trend degli eventi che consente di monitorare eventuali miglioramenti, il tutto accompagnato da una visualizzazione geospaziale (mappa) e da report sintetici con dati su indicatori socio-economici, comportamentali (es. statistiche su quanti fumano) e ambientali (es. inquinanti atmosferici). L'insieme dei dati può dare un'idea dello stato di salute degli americani ma senza confronti esterni; pertanto, anche se si tratta di dati singoli, inequivocabili visti uno per uno, ciò che rappresentano nel loro insieme è interpretabile.

Altro caso interessante è quello del network delle Scuole di Business, coordinate dalla Haub School of Business della Saint Joseph's University (Philadelphia) la quale ha individuato uno strumento di reporting e analisi dei dati che consente di mostrare e condividere le loro migliori pratiche relative agli SDG. Obiettivo dichiarato è far sì che l'istruzione superiore sia uno dei motori per il raggiungimento degli obiettivi della Agenda 2030. Ognuna delle Scuole coinvolte nel network presenta un cruscotto in cui i 17 SDGs vengono posti in una matrice con le attività di Teaching, Research, Dialogue, Organisational Practice e Partnership: dal cruscotto è possibile riscontrare le diverse attività dell'Università che ad oggi sono in prevalenza legate alla didattica (33) e alla ricerca (72) per i diversi SDGs, mentre in numero sensibilmente inferiore sono quelle relative agli altri ambiti. È molto interessante l'idea di un network, con partner in diversi continenti, con un certo grado di omogeneità, anche se con caratteristiche diverse e una diversa intensità di attribuzione agli SDG del proprio lavoro. La lettura dell'abstract delle ricerche può però non essere sufficiente per capire la reale connessione con l'SDG in oggetto e spesso i link di approfondimento portano su altri siti di non immediata comprensione.

Un'altra città che presenta il proprio sito includendo un cruscotto riferito agli SDGs è Los Angeles. Per ogni SDG, riunito nella pagina di riferimento secondo il consueto schema a icone, è possibile passare a una pagina che riporta il target e gli indicatori utilizzati; per ciascun indicatore di cui sono disponibili dati si può passare a una ulteriore pagina di report con dati e documenti scaricabili. Ogni utente può quindi analizzare i dati disponibili e fare le proprie deduzioni, non essendo presente né un benchmark di riferimento né una comparazione con altre città, contee o con il contesto statale, come invece avviene per il cruscotto della Provincia autonoma di Bolzano o delle Città Metropolitane di Milano e Genova.

Uno dei casi di cruscotto maggiormente pubblicato è quello della città di Dublino, la cui realizzazione è stata coordinata da Rob Kitchin, noto per avere un'intensa attività di ricerca sul tema. Il progetto Building City Dashboards, finanziato dal-

la Science Foundation Ireland, è stato sviluppato dal 2016 al 2020 e ha prodotto i cruscotti di Dublino e di Cork che sono rimasti attivi fino a gennaio 2022 quando è terminato il progetto. Se ne è discusso ampiamente in diversi articoli (Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016) perché il cruscotto di Dublino ha una struttura composita e i dati sono esposti con varie modalità in funzione della loro leggibilità e significato. Troviamo quindi dati georeferiti, istogrammi e tabelle, tutti richiamabili per approfondimenti successivi a partire da una pagina di sintesi che individua le diverse tematiche.

Il progetto, decisamente interessante, completo e accattivante anche dal punto di vista grafico, si è rivelato debole nella sua implementazione in quanto nato più dalle attività di ricerca del gruppo creato da Rob Kitchin (Young et alii, 2021) che da un vero interesse da parte delle municipalità che al momento non lo sostengono finanziariamente. Questa esperienza è rimasta comunque un riferimento importante anche per altri autori (Pluto-Kossakowska, 2022) che più recentemente l'hanno confrontata con altre rispetto alla capacità di coinvolgere la comunità urbana. Per rendere flessibile il cruscotto di Dublino, i dati sono stati presentati in modalità e con strumenti diversi, ad esempio ArcGIS Story Maps, strumento che consente agli utenti di fruire di una forma narrativa che combina testo, mappe interattive e altri contenuti multimediali; una sequenza ordinata di dati secondo una specifica logica li rende così comprensibili rispetto agli obiettivi prefissati.

**L'esperienza di DataLab** | Dall'esperienza maturata nell'ambito del progetto Decimeter, piattaforma di consultazione on-line, nel 2022 nasce la prima collaborazione tra UniGe DAD (Università degli Studi di Genova, Dipartimento Architettura e Design) e Colouree Srl<sup>6</sup> incentrata sul progetto DataLab (Linee Guida per il Monitoraggio dell'Agenda Integrata della Città Metropolitana Sostenibile), promosso da Città metropolitana di Genova e Città metropolitana di Milano, che consente il dialogo tra le Amministrazioni pubbliche e fornisce un ambiente per l'analisi dei dati territoriali a supporto delle decisioni. Partendo dagli obiettivi e target definiti dall'Agenda Metropolitana Sostenibile, DataLab è stato immaginato come un cruscotto per l'analisi e il monitoraggio dei dati, multitenant, aperto e interoperabile, condivisibile con altre città metropolitane italiane ed europee.

Le attività di DataLab consistono: nella diagnosi e definizione dell'Architettura dei Dati a partire dagli obiettivi e target definiti nell'Agenda Metropolitana Sostenibile e negli indicatori ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile) e ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica); nella definizione di storytelling di dati in base alle esigenze e agli scenari strategici dell'Amministrazione; nella progettazione della piattaforma tecnologica per il monitoraggio e la visualizzazione degli indicatori; nell'implementazione di indicatori e cruscotto (Tab. 1).

Lo storytelling di dati offre la possibilità di trasformare i dati grezzi in concetti più facili da leggere e comprensibili che aiutano gli utenti ad avere una visione più ampia. Gli SDGs sono stati correlati ai KPIs per descrivere diversi scenari e definire specifiche tendenze e traiettorie di sviluppo. Lo storytelling di dati (Fig. 5) permette di comunicare la sostenibilità nella sua complessità, attraverso visualizzazioni di dati ed elementi infografici

grazie anche alla progettazione dell'interfaccia del cruscotto. DAD, insieme a Colouree, ha fornito una metodologia dello storytelling di dati, partendo dalla selezione di indicatori strategici per la città metropolitana; considerando le linee di sviluppo e i settori trainanti (basati ad esempio su analisi SWOT) è stato possibile definire trend che raggruppano indicatori comprovati con diversi macro-obiettivi.

Le tendenze definite sono state personalizzate per ciascuna città: nel caso di Milano, le 'traiettorie' sono la visione concreta, fondata sugli Obiettivi dell'Agenda 2030, dove lo sviluppo di ogni Traiettoria fa riferimento a una selezione trasversale di più indicatori tratti da diversi SDG, costantemente sottoposti a una lettura critica secondo alcuni principi fondanti, denominati 'valori' e selezionati sulla base degli SDG 4, 5, 10 e 17. Le sei 'traiettorie' individuate sono relative a Energia,

Ecologia, Economia Circolare, Resilienza, Digitale, Crescita economica. Per la Città metropolitana di Genova sono stati adottati i trend di sviluppo Comunità Resilienza, Benessere e inclusività e Mobilità sostenibile (Figg. 6-14).

Tra le principali criticità si rileva la disomogeneità del numero e del tipo di indicatori selezionati da ciascuna Municipalità, che non permette una comparabilità diretta, la mancanza di dati per una serie significativa di anni consecutivi tale da consentire di visualizzare i grafici delle tendenze e il rischio di selezionare banche dati che nel futuro potrebbero non rinnovare il monitoraggio di dati specifici, magari derivati da un campionamento occasionale. In ogni caso il DataLab costituisce una base interessante per l'individuazione dei punti di forza e di debolezza da implementare; le traiettorie di sviluppo sono una base utile per ricerche di finanziamento (ad esempio fondi PNRR

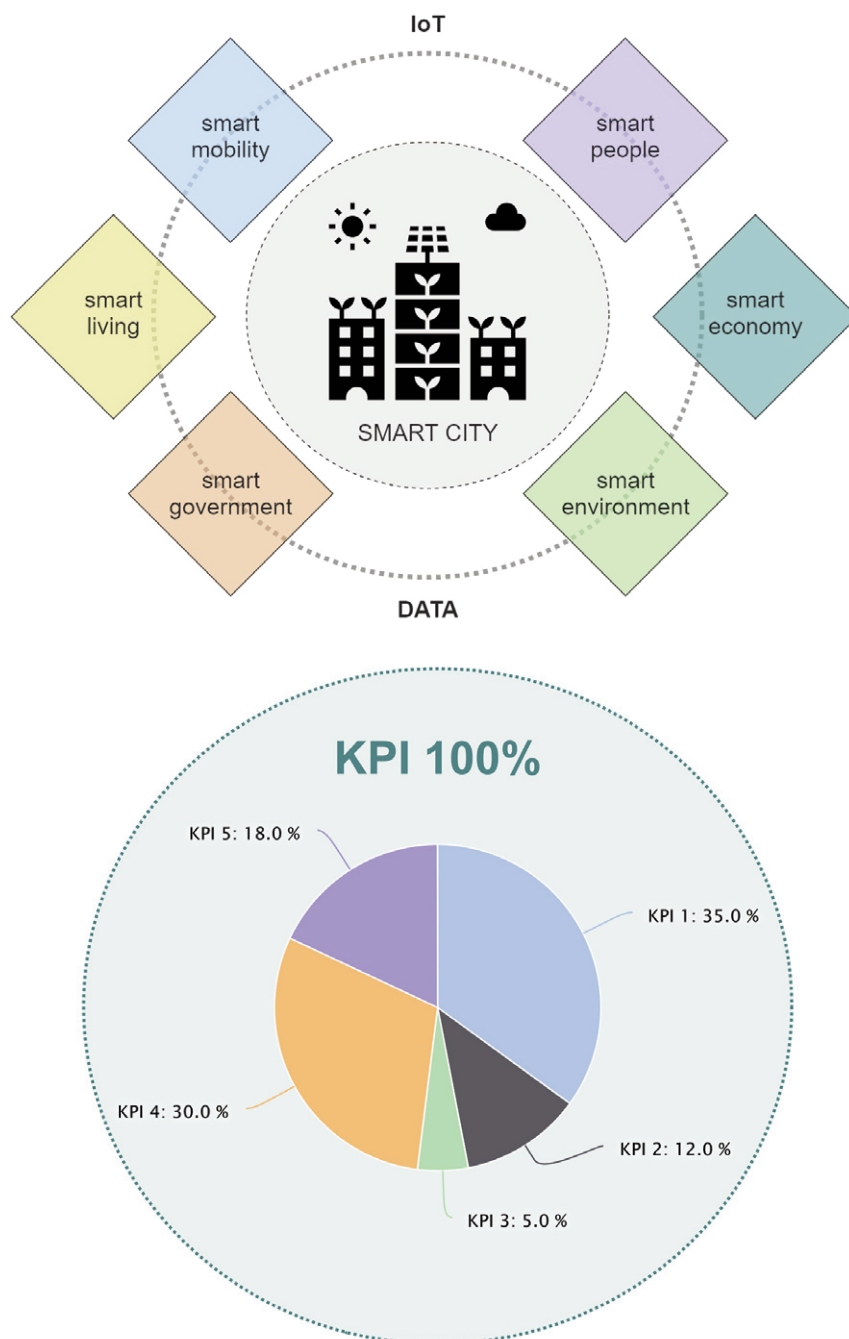


Fig. 3 | Smart City features (credit: M. Canepa, 2022).

Fig. 4 | Composite KPI (credit: M. Canepa, 2022).

Public Body Dashboard	Objective	Data type	SDG	Find it at web-site
City Health Dashboard – NYU Langone Health	state of health monitoring	single	not explicitly	cityhealthdashboard.com
	for 900 US cities inhabitants	compared to the average	implicitly referable to SDG 3	
Business School Network Haub School of Business Saint Joseph's University (Philadelphia, Pennsylvania)	involving teachers	reports	all explicitly	sdgdashboard.sju.edu
	and students inSDG	referred to Schools activities	linked to Schools activities	
City of Los Angeles data for Sustainable Development Goal indicators	to assess L.A. indicators	single - reports	all explicitly	sdgdata.lamayor.org
	with respect to SDG targets	measured and statistics	related to L.A. County	
Genoa Metropolitan City	to identify and communicate	composite (aggregation)	all explicitly	sdgcittametropolitana.ge.it
	development trends	compared to average	linked to trends	
Milan Metropolitan City	to identify and communicate	composite (aggregation)	all explicitly	sdgcittametropolitana.mi.it
	development trends	compared to the average	linked to trends	

Tab. 1 | Case studies (credit: A. Magliocco, 2022).

– Piano Nazionale Ripresa e Resilienza) e Piani di sviluppo urbano a lungo termine.

**Conclusioni** | La proliferazione delle politiche di smart city in tutto il mondo negli ultimi anni ha visto le infrastrutture digitali, i dati urbani e la progettazione di software svolgere ruoli sempre più centrali nella governance contemporanea della città. I cruscotti possono avere un ruolo interessante nel supportare la realizzazione di iniziative da parte delle Amministrazioni, al fine di stabilire investimenti strategici efficaci e allineati agli obiettivi di governance (Barns, 2018). I cruscotti delle municipalità stanno diventando uno strumento importante per la gestione sostenibile dei sistemi urbani e per la presa di consapevolezza da parte dei cittadini di quali siano le politiche locali di sviluppo per migliorare le loro condizioni di benessere.

Infatti, i cruscotti possono essere utilizzati sia per fornire informazioni ai decisori (di Enti pubblici o privati), sia per comunicare ai cittadini le azioni che gli Enti stanno portando avanti, evidenziare i risultati dei processi decisionali e supportarli. I cruscotti dovrebbero aiutare a facilitare la trasparenza, la governance, l'affidabilità e consentire ai cittadini di partecipare al processo decisionale nelle smart cities (Matheus, Janssen and Maheshwari, 2020). Un'interessante funzione dei cruscotti pubblici è che possono essere utilizzati per creare approfondimenti significativi, per creare conoscenze, per guidare l'empowerment dei cittadini. Le piattaforme che possono supportare il coinvolgimento della comunità e la pianificazione partecipativa offrono uno di questi meccanismi se sono progettate e implementate in modo appropriato (Locka et alii, 2020).

La principale difficoltà che si riscontra nell'utilizzo dei cruscotti è relativa al reperimento dei dati in maniera continuativa o pressoché automatica, in modo da poter gestire il processo senza costi eccessivi. Sebbene si possa sostenere che gli indicatori, scevri da manipolazioni, siano adatti a una comunicazione efficace e trasparente, spes-

so se presi singolarmente, non sono in grado di rappresentare un fenomeno complesso (come nel caso studio di Los Angeles). Gli stessi indicatori singoli non sempre raffigurano davvero ciò che si vorrebbe rappresentare, come nel caso del PIL quando viene utilizzato come misura di ricchezza di un Paese. La realizzazione di indicatori complessi sembra poter superare questi limiti e costituire un'interessante strategia per rappresentare traiettorie di sviluppo in determinati ambiti. La scelta delle componenti da aggregare e la loro pesatura è però un'operazione delicata che può fortemente influenzare il risultato e, di conseguenza, la valutazione che si dà al progresso di un determinato ambito in relazione a un parametro di riferimento. Una soluzione intermedia è lo storytelling di dati che, aggregando i singoli indicatori, ne illustra le relazioni, come nel caso del DataLab.

I cruscotti non rappresentano quindi semplicemente i fenomeni urbani ma generano nuove visioni e letture della città, producono attivamente significato e influenzano le scelte di governance; inoltre, implementano un sistema di monitoraggio a scala globale, attraverso chiavi di lettura mirate e la progettazione di un'interfaccia in grado di mettere in evidenza alcune dinamiche tralasciandone (o volendo anche nascondendone) altre (Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016). Così facendo i cruscotti possono anche fornire la parziale ed erronea impressione che una città sia semplicemente la somma delle sue misure e che possa essere conosciuta, pianificata e controllata solo attraverso processi di dati e algoritmi, considerandola semplicemente come un sistema che agisce in modo 'razionale', 'meccanico', 'lineare e gerarchico', che può essere guidato e controllato, proprio come avviene con un'auto attraverso il suo cruscotto (Block, Van Assche and Goeminne, 2013).

tions members, provides a shared plan for peace and prosperity of the planet and present and future generations. The Agenda defines the 17 Sustainable Development Goals (SDGs), representing an urgent call for action from all developed and developing countries. These objectives aim to safeguard people and environmental health, address climate change, achieve an effective ecological transition to renewable energy sources and make cities more resilient (Fig. 1). To monitor the progress of these objectives, several public and private entities, in particular municipalities, are equipping themselves with digital systems to implement communication strategies by highlighting the monitoring of the Key Performance Indicators (KPIs; Alrashed, 2020). Among the most used tools, there are the 'dashboards', able to dynamically describe the status of some significant aspects of the environmental, social, and economic quality of a socio-spatial setting, for example, a municipality, a neighbourhood, a product or an educational organisation, etc. (Young and Kitchin, 2020).

To better understand and monitor progress in achieving the SDGs, it is necessary to identify comparable and universally shared evaluation parameters. KPIs can realistically and measurably define the essential factors related to a specific object, such as reducing climate change or achieving community resilience. KPIs are a significant environmental policy-making tool for public bodies, which can use them to identify realistic targets for achieving the SDGs and to understand in which sectors they are most lacking (Schokker, Kamilaris and Karatsiolis, 2022; Fig. 2). Therefore, for municipalities, the monitoring and attainment of these targets could play a central role in local and multi-level governance strategies (Hughes, Sarah and Tozer, 2020).

Compared to the monitoring actions on a national scale, those on a local scale can be extremely significant in mapping the actual differences found on a regional and metropolitan scale. However, it is necessary to select sets of indica-

The 2030 Agenda for Sustainable Development (UN, 2015), adopted in 2015 by all the United Na-

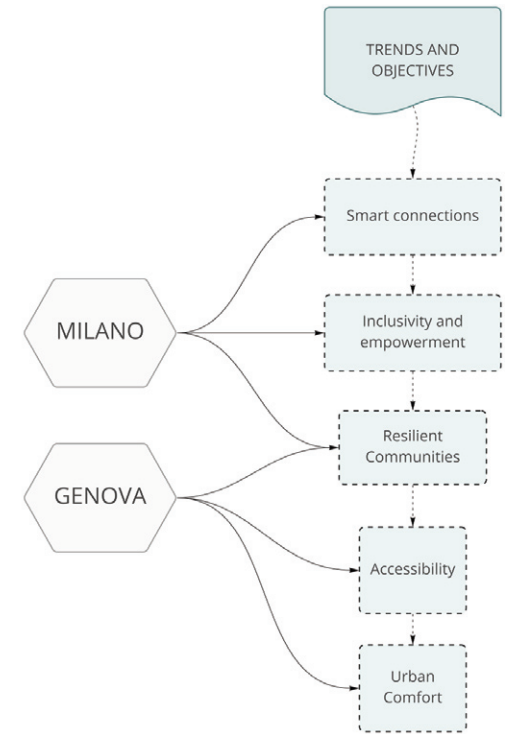
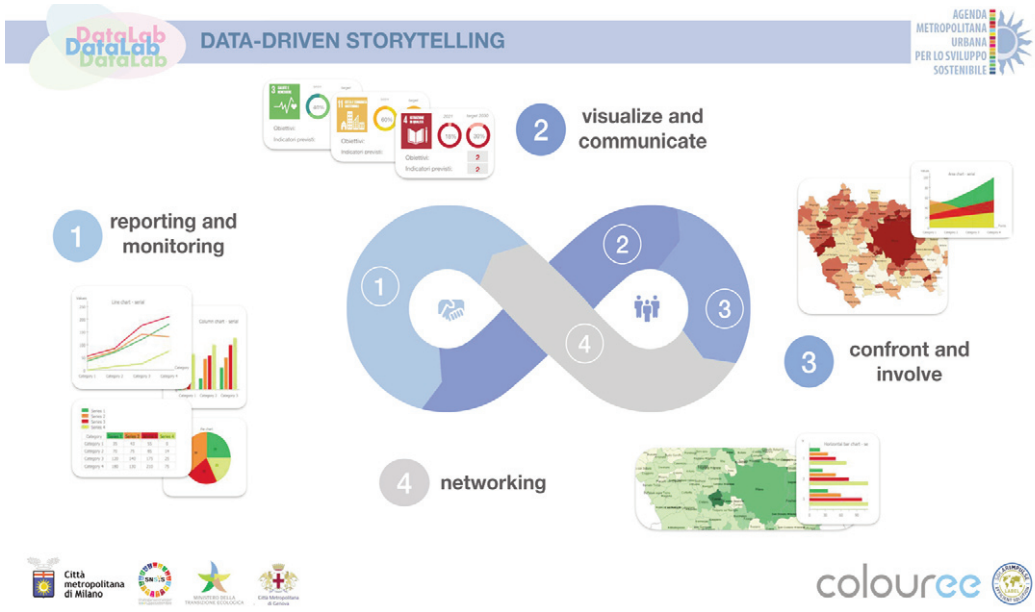


Fig. 5 | DataLab: data-driven storytelling (credit: Colouree Srl, 2022).

Fig. 6 | DataLab: trends for metropolitan cities (credit: M. Canepa, 2022).

Fig. 7 | DataLab: exemplificative trend for Metropolitan City of Genova (credit: M. Canepa, 2022).

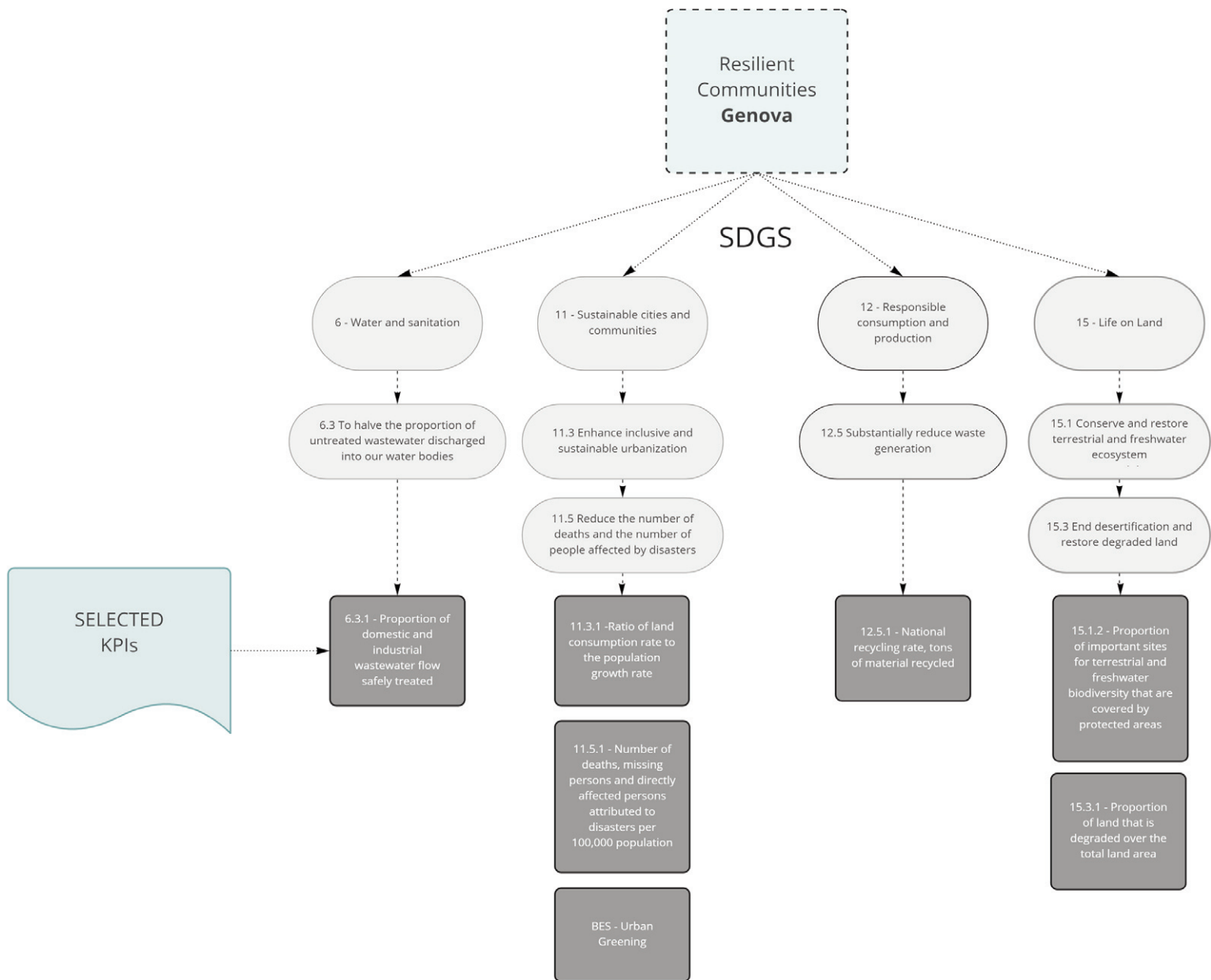




Fig. 8-14 | First draft of dashboard interface for the Metropolitan City of Milan (credits: Colouree Srl, 2022).

tors with adequate units of measurement and refer to databases that offer small-scale, up-to-date, and future-updated values. To identify a framework of shared statistical information as a tool for monitoring and evaluating progress towards the objectives of the 2030 Agenda, the United Nations Statistical Commission established the Inter Agency Expert Group on SDGs which defined a series of over 200 indicators. The National Institute of Statistics (ISTAT) is also involved in the statistical surveys for monitoring progress towards the Sustainable Development Goals; the identified measures consider the indicators defined by the Group of Experts together with some specific national context data, also deriving from the BES framework (Fair and Sustainable Wellness).<sup>1</sup>

The increasingly widespread 'smart city' concept, which is often associated with the idea of an intelligent, digitized and monitored city, is not univocal. According to Zygiaris (2013), this concept has expanded so much, even with very different meanings, to lead to frequent and often arbitrary self-declarations by numerous cities, even if there are several references and evaluation frameworks to identify their characteristics (Smart City Reference Model), based on statistical data and quantitative information, such as the Intelligent Community Forum<sup>2</sup> or the Smart Cities index<sup>3</sup> (Caragliu, Del Bo and Niamp, 2011). What has certainly progressively allowed the development of smart cities is the availability of databases (on various topic such as traffic, environmental quality, safety, etc.) and the possibility, through optical fibre and wi-fi networks, to transfer such data from one platform to another; the instrument for displaying the data is usually called a dashboard, or 'city dashboard' (Fig. 3).

Sensors and IoT (Internet of Things) technologies are becoming increasingly important in monitoring urban phenomena, collecting, processing, analysing, and integrating large amounts of data. This importance is evidenced by the huge investments made by technology companies in creating prototypes of data detection and interconnection systems. These systems are helping several cities around the world to integrate the IoT into their management systems to improve policies, services, and urban activities (D'Amico et alii, 2020). IoT, to be effective, needs continuous monitoring through interconnected platforms and dashboards, capable of showing what is detected. The data availability highlights more clearly what challenges the cities are facing in managing urban services and, if dashboards are accessible and easy to read, they can also improve citizens' sense of responsibility and awareness regarding urban issues.

The paper aims to address the issue of the representativeness of the indicators and their consequent organization in dashboards, regarding the key performance indicators related to the Sustainable Development Goals. The discussion refers to case studies, reporting the methodologies used, the results achieved, the main areas of application, future developments, underlining the implicit criticalities connected to the selection of KPIs, their choice of measurement and aggregation, for example, to make them able to communicate specific development trends through data driven storytelling.

### Application of KPIs and aggregate indicators

Indicators, referring to cities and considered as parameters characterized by specific units of measurement, aimed at providing a quantification referring to a measurable element, using static values updated cyclically or dynamic values updated almost in real-time, supply a reading of the progress of development processes on various thematic areas, displaying their trends through graphs or maps. The 'single' urban indicators measure or evaluate a phenomenon through a specific unit of measurement, generally of a quantitative type, capable of representing its status. By their nature they are objective and independent from external influences, traceable over time, and verifiable; in some cases, the indicators have an indirect nature because their underlying phenomenon of interest is intangible or not directly observable. In their simplicity, however, they cannot necessarily allow an interpretation of more complex phenomena, such as a development trend referred to a specific topic. For this reason, it is possible to use 'composite' indicators, which are easier for non-sector users to understand but more susceptible to interpretation. To overcome this criticality indicators can also fit into helpful models to explain current conditions and make simulations for future developments (Kitchin, Lauriault and McArdle, 2015).

Some research shows that it is necessary to aggregate the KPIs through composite indicators that require comparison to allow a realistic evaluation of the trend of the described phenomenon, both in the presence and in the absence of real benchmarks (Kourtit and Nijkamp, 2018). However, this aggregation presents many methodological risks, as the weighting of the individual indicators must be selected through a transparent and shared methodology, or on a statistical basis. Since composite indicators are made up of sets of indicators, to which are assigned different weights, the way they are aggregated and the weights that are attributed can result in a highly fluctuating score. Composite indicators are more susceptible to manipulation (Kitchin, Lauriault and McArdle, 2015) and present the risk of providing different interpretations of the phenomenon they are measuring (Fig. 4).

The European Commission is aware of how difficult could be for citizens but also for rulers<sup>4</sup> to understand the meaning and the weight that individual monitoring data have to a specific issue; to solve this criticality it has set up the Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards Evaluation Panels with the task of developing interactive data visualization platforms that allow a wide range of users to explore and dare to make sense of complex data sets. Online platforms facilitate the analysis and monitoring of multidimensional phenomena, providing a useful overview for advised decisions on national, regional, and local policies.

Referring to the problem of aggregating information monitored through different metrics, Lafortune et alii (2020) affirm that many SDG tracking frameworks develop composite KPIs, capable of synthesizing complex information in a single number, even though with interpretative risks. Such composite KPIs may be more effective in stimulating public debates than a greater number of indicators referring to single monitoring objects. At

the same time, composite KPIs are sensitive to the methods selected at various stages of their construction, including standardization of indicators, normalization of indicators, aggregation (e.g., arithmetic mean, geometric mean, etc.) and weights (equal, statistician, based on experts).

### Use of dashboards and data-driven storytelling

A 'dashboard' consists of a digital display of a consolidated set of data, aggregated for a specific purpose, useful for monitoring (even in real-time) what is happening in each context of interest and for initiating specific actions related to it. Its purpose changes according to the users, which can belong to a public or a private sphere (Matheus, Janssen and Maheshwari, 2020) and for this reason, there are different types of data visualization in relation to the selected indicators. In certain cases, the dataset is closely related to geospatial conditions: Jing et alii (2019) for example, it's possible to define a geospatial dashboard as an interactive web-based interface, supported by a platform that combines mapping, spatial analysis and visualization with verified business intelligence tools; in this case, the KPI value is not only related to the numerical one but also to the visualization and the analysis, based on maps to measure or develop the performance of the city.

Dashboards can, therefore, have different characteristics in relation to the objectives that led to their realization, such as the data available, the user to whom it is addressed, the data updating, the need for metadata, the presence of benchmarking or target values, and/or the graphic design (Sarikaya et alii, 2019). They can be used as an internal tool, for example, to highlight the trend of certain environmental conditions or ongoing changes in processes, hence the policymakers can better understand the actions to be taken. Alternatively, but also at the same time, it is possible, through the grouping of KPIs (each able to monitor a single parameter), to create sets capable of describing the development trends of a specific area, thus making them understandable also to citizens (if the tool could be accessible through a website), defining a precise data-driven storytelling (Barns, 2018). The way and the device with which the dashboard is displayed can transform it into an effective communication instrument by virtue of the availability (monitoring), the integrity of the data (source security), and the calculating method.

Dashboards are not neutral, purely technical, and common-sense tools, but are socially, politically, ethically and philosophically framed in terms of design, data selection, viewing, analysis and distribution (Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016). They act as translators and engines rather than mirrors, implementing a communication protocol that determines, on the one hand, the way the data is displayed and therefore what the user can see and interact with, and on the other hand what questions can be asked, and how the responses are displayed.

It is possible to find dashboards of public bodies with a focus on their development objectives, on mere analytical data, or even referring to the SDGs; it is possible, in all cases, to understand how difficult it is to truly draw unequivocal assessments of what they measure and represent, both in the case of single KPI, groups of KPIs or com-



posite KPIs. In 2018, with the support of the Robert Wood Johnson Foundation, the City Health Dashboard was launched with over 40 health-related indicators, first for the 500 largest cities in the United States and in the following four years for another 400 cities, all with more than 50,000 inhabitants<sup>5</sup>. The dashboard of the individual cities returns simple data such as the number of deaths from certain diseases, variations compared to the national average, and the trend of events that allow you to monitor any improvement, all accompanied by a geospatial view (map) and synthetic reports with data on socio-economic, behavioural (e.g., statistics on how many people smoke) and environmental indicators (e.g., atmospheric pollutants). The whole of the data can give an idea of the state of health of Americans but without external comparisons; therefore, even if they are single data, unequivocal seen one by one, what they represent can be interpreted.

Another case study is the Business Schools network, coordinated by the Haub School of Business of Saint Joseph's University (Philadelphia) which has identified a reporting and data analysis tool that allows them to show and share their best practices relating to the SDGs. The stated goal is to ensure that higher education is one of the engines for achieving the objectives of the 2030 Agenda. Each School involved in the network presents a dashboard, in which the 17 SDGs are placed in a matrix that shows the Teaching, Research, Dialogue, Organizational Practice and Partnership activities. From the dashboard, it is possible to find the different activities of Saint Joseph's University which, for today, for the various SDGs, are mainly linked to didactics (33) and research (72), while those relating to other areas are considerably lower. One of the most interesting aspects is the idea of a network, with partners from different countries, with a certain degree of homogeneity, albeit with different characteristics and a different intensity of attribution of their research work in relation to the SDGs. However, reading the abstract of the research may not be sufficient to understand the real connection with the SDGs taken into consideration and, often, the in-depth links lead to other sites of no immediate understanding.

Another city that presents its website including a dashboard referring to the SDGs is Los Angeles. For each SDG, gathered on the reference page according to the usual icon scheme, it is possible to go to a page that shows the target and the indicators used; for each KPI data available displayed, it is possible to go to a further report page with downloadable data and documents. Each user can therefore analyse the data available and make his own deductions, as there is neither a reference benchmark, nor a comparison with other cities, counties, or the state context, instead, it happens in the case of the Autonomous Province of Bolzano dashboard or in the Metropolitan Cities of Milan and Genoa dashboards.

One of the most published case studies is the city of Dublin dashboard, its creation was coordinated by Rob Kitchin, known for having intense research activity on the subject. The Building City Dashboards project, funded by Science Foundation Ireland, was developed from 2016 to 2020 and produced the Dublin and Cork dashboards which remained active until January 2022, when

the project ended. It has been extensively discussed in several articles (Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016) because the Dublin dashboard has a composite structure, and the data are exposed in various ways, according to their readability and meaning. We, therefore, find geo-referenced data, histograms, and tables, all of which can be recalled for subsequent in-depth analysis, starting from a summary page that identifies the various issues.

The project, which is interesting, complete, and captivating, also from the graphic point of view, proved to be difficult to implement, as it was born more from the research activities of the group created by Rob Kitchin (Young et alii, 2021) than from a real interest of the municipalities that currently do not support it financially. However, this experience has remained an important reference for other authors (Pluto-Kossakowska, 2022) who more recently compared it with other case studies, regarding the ability to involve the urban community. To make the Dublin dashboard flexible, the data were presented in different ways and with different tools, for example, ArcGIS Story Maps, a tool that allows users to enjoy a narrative form that combines text, interactive maps, and other multimedia content; an ordered sequence of data according to a specific logic thus makes them understandable with respect to the set objectives.

**The DataLab experience** | From the experience gained in the context of the Decimeter project, an online consultation platform, in 2022 the first collaboration between UniGe DAD (University of Genoa, Department of Architecture and Design) and Colouree Srl<sup>6</sup> was established, focusing on the DataLab project (Guidelines for Monitoring of the Integrated Agenda of the Sustainable Metropolitan City), promoted by the Metropolitan City of Genoa and the Metropolitan City of Milan, which allows a dialogue between public administrations and provides an environment for the analysis of territorial data supporting decision strategies. Starting from the objectives and targets defined by the Sustainable Metropolitan Agenda, DataLab was conceived as a dashboard for analysing and monitoring data, multitenant, open, and interoperable, which can be shared with other metropolitan cities, and with European metropolitan areas.

DataLab's activities consist of: the diagnosis and definition of the Data Architecture starting from the objectives and targets defined in the Sustainable Metropolitan Agenda and in the ASVIS (Italian Alliance for Sustainable Development) and ISTAT (National Institute of Statistics) KPIs guidelines; the definition of a data driven storytelling, based on the needs and the strategic scenarios of the municipality; the design of the technological platform for monitoring and displaying KPIs; the implementation of KPIs and dashboard (Tab. 1).

Data driven storytelling offers the ability to transform raw data into easier to read and understandable concepts that help users to obtain a broader view. The SDGs have been correlated with the KPIs to describe different scenarios, define specific trends, and develop new trajectories. The data driven storytelling (Fig. 5) allows for communicating sustainability in its complexity, through data visualizations and infographic elements, thanks also to the design of the dashboard interface. DAD, together with Colouree, provided a

data driven storytelling methodology, starting from the selection of strategic KPIs for the metropolitan city; considering the development lines and the driving sectors (based for example on SWOT analysis), it was possible to define trends that combine verified indicators with different macro-objectives.

The defined trends have been customized for each city: in the case of Milan, the 'trajectories' are the concrete vision, based on the 2030 Agenda Goals, where the development of each Trajectory refers to a transversal selection of several indicators drawn from different SDGs, constantly subjected to a critical reading, according to some fundamental principles, called 'values', and selected on the basis of SDGs 4, 5, 10 and 17. The six identified 'trajectories' are related to Energy, Ecology, Circular Economy, Resilience, Digital and Economy. For the metropolitan city of Genoa, the development trends of Community Resilience, Wellbeing and Inclusiveness, and Sustainable Mobility have been adopted (Fig. 6-14).

Among the main critical issues are the uneven number and type of KPIs selected by each municipality, which does not allow direct comparability; the lack of data for a significant series of consecutive years, such as to allow the display of a trend graph, and the risk of selecting databases that may not renew the monitoring of specific data in the future, perhaps derived from occasional sampling. In any case, the DataLab constitutes an interesting basis for identifying the strengths and weaknesses to be implemented; as development trajectories are a useful basis for funding research (for example Italian PNRR funds – National Recovery and Resilience Plan) and long-term urban development plans.

**Conclusions** | In recent years, digital infrastructure, urban data, and software design play increasingly central roles in contemporary city governance, due to the proliferation of smart city policies all around the world. Dashboards can play an interesting role in supporting the implementation of initiatives by administrations, to establish effective strategic investments aligned with governance objectives (Barns, 2018). The municipalities' dashboards are becoming an increasingly important tool for the sustainable management of urban systems and for citizens' awareness of how local development policies are going to improve their well-being conditions.

In fact, the dashboards can be used to provide information to decision-makers (of public or private bodies), to communicate to citizens the actions that the bodies are carrying out, and highlight the results of decision-making processes and support them. Dashboards in smart cities should help to facilitate transparency, governance, and accountability and allow citizens to participate in decision-making processes (Matheus, Janssen and Maheshwari, 2020). An interesting function of public dashboards is that they can be used to create meaningful insights, create knowledge, and guide citizen empowerment. Platforms that can support community engagement and sharing planning offer one of these mechanisms if they are properly designed and implemented (Locka et alii, 2020).

The main difficulty encountered in the use of dashboards is related to the retrieval of data, continuously or almost automatically managed, to be

able to handle the process without excessive costs. Although it can be argued that KPIs, free from manipulation, are suitable for effective and transparent communication, often when taken individually, they are unable to represent a complex phenomenon (as in the Los Angeles case study). The same single indicators do not always really depict what one would like to represent, as in the case of GDP when it is used as a measure of a country's wealth. The creation of composite indicators seems to be able to overcome these limits and constitute an interesting strategy for representing development trajectories in certain areas. However, the choice of the components to be aggregated and their weighting is a delicate opera-

tion that can strongly influence the result and, consequently, the evaluation that is given to the progress of a certain area in relation to a reference parameter. An intermediate solution is represented by data driven storytelling, which by aggregating the individual KPIs, illustrates their relationships, as in the case of the DataLab.

Dashboards, therefore, do not simply represent urban phenomena but generate new visions and readings of the city, actively produce meaning and influence governance choices; in addition, they implement a monitoring system on a global scale, through targeted interpretations and the design of an interface capable of highlighting some dynamics and omitting (or even hiding) others

(Kitchin, Maalsen and McArdle, 2016). Dashboards can also provide the partial and erroneous impression that a city is simply the sum of its measurements and that it can only be known, planned and controlled through data processes and algorithms, viewing it merely as a system that acts in a rational, mechanical, linear and hierarchical way, which can be driven and controlled, just like with a car through its dashboard (Block, Van Assche and Goeminne, 2013).

## Acknowledgements

The contribution is the result of a joint reflection of the authors. However, the introductory paragraph and 'Application of KPIs and aggregate indicators' have to be attributed to A. Magliocco, 'Use of dashboards and data-driven storytelling' to M. Canepa, while 'The DataLab experience' and 'Conclusions' to both authors. M. Canepa's research takes place within the framework of the RTDA-PON Green Research, in collaboration with the Colouree Srl company.

## Notes

1) The BES project was born in 2010 to measure Fair and Sustainable Wellbeing, aiming to assess the progress of society not only from an economic but also from a social and environmental point of view. To this end, the traditional economic indicators, primarily Gross Domestic Product (GDP), were supplemented with measures on the quality of life of people and the environment. More information on the web page: [istat.it](http://istat.it) [Accessed 13 September 2022].

2) For further information, consult the webpage: [intelligentcommunity.org](http://intelligentcommunity.org) [Accessed 13 September 2022].

3) For further information, consult the webpage: [smartcities.eu](http://smartcities.eu) [Accessed 13 September 2022].

4) For further information, consult the webpage: [composite-indicators.jrc.ec.europa.eu](http://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu) [Accessed 13 September 2022].

5) For further information, consult the webpage: [cityhealthdashboard.com](http://cityhealthdashboard.com) [Accessed 13 September 2022].

6) Colouree Srl is a company that offers artificial intelligence, data, and position solutions in smart cities and in the real estate sector, oriented to monitoring, supporting decision and user involvement, based on the ability to analyse interactions between people, activities, and the building environment.

## References

Alrashed, S. (2020), "Key performance indicators for Smart Campus and Microgrid", in *Sustainable Cities and Society*, vol. 60, pp. 1-9. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.scs.2020.102264](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102264) [Accessed 13 September 2022].

Barns, S. (2018), "Smart cities and urban data platforms – Designing interfaces for smart governance", in *City, Culture and Society* vol. 12, pp. 5-12. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006) [Accessed 13 September 2022].

Block, T., Van Assche, J. and Goeminne, G. (2013), "Unravelling urban sustainability – How the Flemish City Monitor acknowledges complexities", in *Ecological Informatics*, vol. 17, pp. 104-110. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.04.001](https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.04.001) [Accessed 13 September 2022].

Caragliu, A., Del Bo, C. and Nijkamp P. (2011), "Smart Cities in Europe", in *Journal of Urban Technology*, vol. 18,

issue 2, pp. 65-82. [Online] Available at: [doi.org/10.1080/10630732.2011.601117](https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117) [Accessed 13 September 2022].

D'Amico, G., L'Abbate, P., Liao, W., Yigitcanlar, T. and Ioppolo, G. (2020), "Understanding Sensor Cities – Insights from Technology Giant Company Driven Smart Urbanism Practices", in *Sensors*, vol. 20, issue 16, article 4391, pp. 1-24. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/s20164391](https://doi.org/10.3390/s20164391) [Accessed 13 September 2022].

Hughes, S., Sarah, G. and Tozer, L. (2020), "Accountability and data-driven urban climate governance", in *Nature Climate Change*, vol. 10, issue 12, pp. 1085-1090. [Online] Available at: [dx.doi.org/10.1038/s41558-020-00953-z](https://dx.doi.org/10.1038/s41558-020-00953-z) [Accessed 13 September 2022].

Jing, C., Du, M., Li, S. and Liu, S. (2019), "Geospatial Dashboards for Monitoring Smart City Performance", in *Sustainability*, vol. 11, issue 20, article 5648, pp. 1-23. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su11205648](https://doi.org/10.3390/su11205648) [Accessed 13 September 2022].

Kitchin, R., Maalsen, S. and McArdle, G. (2016), "The praxis and politics of building urban dashboards", in *Geoforum*, vol. 77, pp. 93-101. [Online] Available at: [dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.10.006](https://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.10.006) [Accessed 13 September 2022].

Kitchin, R., Laurialt, T. P. and McArdle, G. (2015), "Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards", in *Regional Studies, Regional Science*, vol. 2, issue 1, pp. 6-28. [Online] Available at: [dx.doi.org/10.1080/21681376.2014.983149](https://dx.doi.org/10.1080/21681376.2014.983149) [Accessed 13 September 2022].

Kourtit, K. and Nijkamp, P. (2018), "Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on Stockholm", in *Land Use Policy*, vol. 71, pp. 24-35. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.019](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.019) [Accessed 13 September 2022].

Lafortune, G., Fuller, G., Schmidt-Traub, G. and Kroll, C. (2020), "How is Progress towards the Sustainable Development Goals Measured? Comparing Four Approaches for the EU", in *Sustainability*, vol. 12, issue 18, article 7675, pp. 1-24. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su12187675](https://doi.org/10.3390/su12187675) [Accessed 13 September 2022].

Locka, O., Bednarz, T., Leao S. Z. and Pettit, C. (2020), "A review and reframing of participatory urban dashboards", in *City, Culture and Society*, vol. 20, article 100294, pp. 1-10. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.ccs.2019.100294](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2019.100294) [Accessed 13 September 2022].

Matheus, R., Janssen, M. and Maheshwari, D. (2020), "Data science empowering the public – Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities", in *Government Information Quarterly*, vol. 37, article 101284, pp. 1-9. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.giq.2018.01.006](https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.01.006) [Accessed 13 September 2022].

Pluto-Kossakowska, J., Fijałkowska, A., Denis, M., Jaroszewicz, J. and Krzysztofowicz, S. (2022), "Dashboard as a Platform for Community Engagement in a City Development – A Review of Techniques, Tools and Methods", in

*Sustainability*, vol. 14, issue 17, 10809, pp. 1-33. [Online] Available at: [doi.org/10.3390/su141710809](https://doi.org/10.3390/su141710809) [Accessed 07 October 2022].

Sarikaya, A., Correll, M., Bartram, L., Tory, M. and Fisher, D. (2018), "What Do We Talk About When We Talk About Dashboards?", in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 25, issue 1, pp. 682-692. [Online] Available at: [doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864903](https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864903) [Accessed 13 September 2022].

Schokker, J., Kamilaris, A. and Karatsiolis, S. (2022), "A Review on Key Performance Indicators for Climate Change", in Wohlgenuth, V., Naumann, S., Behrens, G. and Arndt, H-K (eds), *Advances and New Trends in Environmental Informatics – A Bogeyman or Saviour for the UN Sustainability Goals?*, Springer, Cham, pp. 273-292. [Online] Available at: [doi.org/10.1007/978-3-030-88063-7\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-88063-7_17) [Accessed 13 September 2022].

UN – General Assembly (2015), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development*, document A/RES/70/1. [Online] Available at: [un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) [Accessed 13 September 2022].

Young, G. W. and Kitchin, R. (2020), "Creating design guidelines for building city dashboards from a user's perspectives", in *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 140, pp. 1-17. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102429](https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102429) [Accessed 13 September 2022].

Young, G. W., Kitchin, R. and Naji, J. (2021), "Building City Dashboards for Different Types of Users", in *Journal of Urban Technology*, vol. 28, issue 1-2, pp. 289-309. [Online] Available at: [doi.org/10.1080/10630732.2020.1759994](https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1759994) [Accessed 07 October 2022].

Zygiaris, S. (2013), "Smart City Reference Model – Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems", in *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 4, pp. 217-231. [Online] Available at: [doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4](https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4) [Accessed 13 September 2022].