

Valeria Tatano, Rosaria Revellini, Massimo Mazzanti,
Dipartimento di Culture del Progetto, Università Iuav di Venezia, Italia

valeria.tatano@iuav.it
rrevellini@iuav.it
massimo@iuav.it

Abstract. La morfologia urbana di Venezia non consente una mobilità autonoma alle persone con disabilità motorie, condizione che in anni recenti è stata affrontata realizzando diversi interventi che hanno migliorato la possibilità di spostamento lungo i percorsi pedonali e acquei.

Il paper presenta i risultati di una ricerca che, partendo dallo studio delle trasformazioni avvenute, ha mappato la città in ambiente GIS e progettato una applicazione di supporto alla mobilità, personalizzabile in base alle necessità degli utenti. Tale strumento aiuta nella scelta degli itinerari chi vuole muoversi a Venezia, utilizzando i percorsi pedonali e il servizio di navigazione, considerando gli ostacoli fisici presenti e il fenomeno dell'acqua alta.

Parole chiave: Accessibilità urbana inclusiva; Mappatura interattiva; Persone con disabilità; Network; GIS.

L'accessibilità ambientale nelle città storiche

Il concetto di accessibilità ha subito negli anni una profonda revisione del suo significato e

del suo senso, grazie all'evoluzione che ha avuto come questione sociale e non più esclusivamente medica, e ai cambiamenti culturali più ampi che hanno modificato anche la terminologia che oggi definisce le tematiche connesse (Lauria, 2017). L'espressione "abbattimento delle barriere architettoniche" e le modalità di approccio che il termine 'abbattimento' sottendeva sono state sostituite da operatività positive in cui una progettazione inclusiva supera l'opposizione tra uomo e spazio costruito, cercando di inserire nel progetto quelle qualità – spaziali, funzionali e gestionali – necessarie a garantire il benessere e l'autonomia del maggior numero di persone.

L'accessibilità ambientale può garantire questo obiettivo anche rispetto al patrimonio culturale, dal momento che non si tratta di opere d'arte da contemplare (Bellini, 1998), ma di luoghi costruiti e stratificatisi nei secoli per essere vissuti, sui quali si può intervenire mediante opere che abbiano «lo scopo di salvar-

le consentendo che sussistano il più a lungo possibile, come parti esteticamente e storicamente vive della nostra società» (Carbonara, 1996).

Realizzare l'accessibilità nelle città storiche è un compito complesso. La molteplicità dei temi da affrontare e la loro eterogeneità, le dimensioni e i caratteri della città e delle sue parti rendono ogni intervento una eccezione, in cui standard e normative costituiscono una indicazione di partenza non esaustiva alla ricerca di soluzioni altrettanto eccezionali. Non si tratta infatti solo di 'mettere a norma' un edificio ma di trovare nuove modalità di funzionamento inclusivo, assicurando autonomia di movimento al di fuori di una domesticità protettiva, facilitando gli spostamenti a tutti coloro che per età o condizione fisica possono trovare difficile vivere a pieno gli spazi aperti.

Diverse città e piccoli borghi hanno affrontato il tema in anni recenti, sviluppando strategie e adottando modalità di intervento spesso inedite (Agostiano *et al.*, 2009). Rispetto al panorama nazionale, Venezia presenta delle peculiarità connesse alle sue stesse caratteristiche e alle azioni condotte che ne fanno un caso esemplare in materia di accessibilità.

Il caso di Venezia

Venezia ha una struttura urbana costituita da più di 120 isole

collegate da oltre 430 ponti che la rendono poco accessibile per le persone con disabilità motoria, e difficile nella fruizione per le persone anziane e per tutti coloro che utilizzano passeggini per i bambini o movimentano carichi su ruote.

I ponti si configurano come i principali ostacoli da superare, a cui si aggiungono altre potenziali barriere o pericoli quali i pic-

Accessible Venice: an interactive urban mobility map

Abstract. Venice's urban morphology does not allow for autonomous movement for people with impaired mobility, a problem which has been taken on in recent years via a number of projects which have improved the potential for movement along pedestrian and water-based routes. This paper presents the results of research which, starting from a study of previously implemented changes, has mapped the town in GIS environment and planned a mobility support application which can be personalised to user needs. The tool is designed to help users wanting to move around Venice choose a pedestrian and ferry itinerary which takes account of fixed obstacles and the high water phenomenon.

Keywords: Inclusive urban accessibility; Interactive mapping; People with disabilities; Network; GIS.

Environmental accessibility in historic centres

The concept of accessibility has changed profoundly over the years in both meaning and importance thanks to developments centring around social, and no longer exclusively, media issues and wider cultural changes which have also modified the terminology used for this theme (Lauria, 2017). The expression "breaking down the architectural barriers" and the approach underlying the term 'breaking down' has been replaced by positive work in which inclusive design overcomes the man-built space distinction, seeking to incorporate into projects qualities – spatial, functional and managerial – required to guarantee wellbeing and autonomy to the greatest number of people possible.

Environmental accessibility can also guarantee the achievement of this ob-

jective in relation to the cultural heritage as it is not a question of art to contemplate (Bellini, 1998) but of places built and stratified over the centuries to be lived in and requiring work whose «purpose is to save them, enabling them to survive as long as possible as living historical and aesthetic parts of our society» (Carbonara, 1996).

Bringing town accessibility to fruition is a complex task. The multiplicity of themes involved and their heterogeneity, the dimensions and the characteristics of the town and its parts makes every action an exception with standards and norms only a non-thoroughgoing starting point to the search for equally exceptional solutions. It is, in fact, not a matter of simply bringing buildings 'up to standard' but finding new inclusive functioning modalities capable of ensuring autonomous movement outside a protective home

coli dislivelli presenti tra le calli e nei campi dovuti a rialzi della pavimentazione; le fondamenta che si aprono sui rii, prive di protezione per facilitare il raggiungimento delle imbarcazioni attraccate ma che possono costituire un rischio per le persone non vedenti e ipovedenti; infine alcuni passaggi tra gli edifici troppo stretti per il transito di una persona in carrozzina.

Oltre alla viabilità pedonale la città dispone di una rete di navigazione pubblica che collega gran parte delle aree, ma i vaporetto non possono raggiungere ogni insula.

Per questi motivi, negli anni l'amministrazione comunale ha ricercato soluzioni in grado di migliorare la vivibilità urbana realizzando nuovi ponti accessibili, rampe e ascensori da impiegare sui ponti esistenti e sperimentato alcune soluzioni inedite, come il sistema del gradino agevolato¹.

Grazie a ciò la situazione in termini di accessibilità è oggi del tutto diversa rispetto al passato anche se c'è ancora molto da fare e non solo in termini di opere. L'innalzamento del grado di accessibilità di un luogo, così come di un singolo edificio, non si ottiene esclusivamente mediante un processo di eliminazione degli ostacoli. Questo obiettivo può essere sostenuto da un processo 'additivo' che integri l'ambiente con le attrezzature e i servizi di cui è carente (Lauria, 2014). In tal senso la conoscenza può essere considerata un supporto essenziale per l'accessibilità in quanto consente di 'costruire' uno sfondo di informazioni che accresca la consapevolezza da parte di tutti.

Una ricerca avviata nel 2016 presso l'Università Iuav di Venezia ha raccolto e studiato i diversi interventi attraverso i quali la città ha modificato la percorribilità dei propri spazi, migliorandone la vivibilità e di conseguenza i rapporti diretti tra abitanti, spazi e funzioni (Tatano, 2018).

environment, facilitating movement for all those whose age or physical condition makes living open spaces fully problematical.

Various towns and small villages have taken on this theme in recent years, developing strategies and adopting frequently novel action methods (Agostiano *et al.*, 2009). Among the national panorama Venice has specific features relating to its inherent characteristics and the responses to this make it an exemplary case in accessibility terms.

The Venetian case

Venice is made up of over 120 islands linked together by 430 bridges which limit its accessibility to people whose mobility is impaired and for the elderly and those using strollers for children or moving loads on wheels. Bridges are the main obstacle to be overcome and these are supplemented

by further potential barriers and dangers such as small differences in level between *calli* and *campi* due to raised paving; *fondamenta* opening onto *rii* lacking in barriers facilitating access to boats but which can constitute a risk for the visually impaired and the blind. Lastly certain passageways between buildings are too narrow for wheelchair users to pass through. In addition to pedestrian access the town has a public ferry network which links up many areas but *vaporetti* cannot reach all urban spaces.

For this reason, over the years, the town council has sought solutions capable of improving the quality of urban life, building new accessible bridges, ramps and lifts on existing bridges and experimenting with certain novel solutions such as the stepped ramp system¹. Thanks to this the accessibility system has entirely changed

La app IuavforAll

Tra gli sviluppi del lavoro, uno ha riguardato il progetto di un servizio di informazione sull'accessibilità per supportare cittadini e turisti nella fruizione degli spazi pubblici urbani. Si tratta di una applicazione mobile, denominata IuavforAll (IfA), finalizzata all'individuazione di percorsi accessibili per aiutare gli utenti negli spostamenti in città².

La app è basata sulla mappatura degli ostacoli e delle aree accessibili condotta dal gruppo di ricerca, e si pone come un nuovo strumento che colma l'attuale assenza di una mappa del tessuto urbano, in formato cartaceo o digitale, in grado di restituire tutti i percorsi accessibili³.

Il progetto di ricerca si è posto tre obiettivi principali: fornire un servizio di informazione in merito alla mobilità inclusiva; contribuire, tramite le funzioni di *crowdsensing* della app e le segnalazioni degli utenti, alla gestione dello spazio pubblico fornendo all'amministrazione dati utili a incrementare le azioni progettuali che la città ha già messo in atto; infine, nell'ottica di un processo di innovazione sociale, contribuire a diffondere conoscenze inerenti ai temi dell'accessibilità per aumentare la consapevolezza circa le possibilità di garantire buoni livelli di autonomia di movimento per tutti, anche all'interno delle città storiche.

Applicazioni per l'accessibilità

L'applicazione di *Information and Communication Technologies* (ICT) alla città e la messa a sistema di *big data* facilitano la conoscenza, la gestione e il miglioramento dei servizi urbani e sono oggi sempre più diffusi, così come i sistemi GIS impiegati nell'ambito delle disabilità motorie (Zimmermann-Janschitz, 2018). La moltitudine di in-

The IuavforAll app

Of the work developments, one relates to designing an accessibility information service supporting citizens and tourists in their use of public urban spaces. It is a mobile application, named IuavforAll (IfA) whose purpose is to identify accessible itineraries to help users move around the town². The app is based on obstacles and accessible areas mapped by a research group and it is designed to be a new tool filling the current urban fabric map – in paper or digital form vacuum – capable of showing all accessible routes³.

This research project's aims are three-fold: providing an information service relating to inclusive mobility; contributing, via the app's crowd-sensing functions and user reports, to the management of public spaces thus supplying the local council with useful

Two examples of bridges made accessible to people with limited mobility: Ponte Papadopoli, equipped with moveable ramps in 2014 and Ponte dei Lavraneri on Giudecca island, rebuilt in 2004 with sloping access ramps

formazioni riguardanti la città e i suoi servizi è oggi disponibile grazie a sistemi digitali come le app, facilmente consultabili attraverso i dispositivi elettronici personali. L'utilizzo di questi strumenti è aumentato nel tempo, consentendo una maggiore autonomia di vita alle persone con disabilità motorie e visive, favorendo la partecipazione e l'inclusione nelle città.

Il progetto IfA è partito dalla costruzione di un quadro di riferimento mediante la ricognizione delle applicazioni Web e mobile (per sistemi Android e iOS) dedicate a persone con disabilità motoria, analizzando i progetti sviluppati per la condivisione di informazioni su percorsi e/o su *Points of Interest* (POIs), come negozi, musei, parcheggi, ecc., accessibili nelle città (Comai *et al.*, 2015).

Tra le applicazioni verificate⁴ la maggior parte riguarda i POIs (Tab. 1) che prevedono la possibilità da parte dell'utente⁵ di segnalare autonomamente il grado di accessibilità di un determinato luogo, oltre a indicare la presenza di ingresso e/o servizi igienici accessibili e di condividere una recensione sulla propria esperienza. Tale opportunità consente all'utente di collaborare attivamente con gli sviluppatori dello strumento e di incrementarne i dati mettendoli a disposizione di altri utenti, spesso in *real time*.

Più complessa è invece la gestione dei percorsi urbani e delle informazioni sugli ostacoli presenti, permanenti o temporanei, complessità accentuata dalla necessità di correlare tali dati con quelli relativi ai mezzi di trasporto pubblici (Beale *et al.*, 2006). Perciò, le funzioni di *data collecting* in questi casi sono rare, lasciando la sola opportunità di inviare segnalazioni gestite in seguito dagli sviluppatori.

Le app per l'accessibilità fanno riferimento a città specifiche e

non sono utilizzabili in altri contesti, soprattutto se riguardano il calcolo di itinerari, mentre per la mappatura di POIs accessibili, l'utente in genere può condividere informazioni anche di luoghi geografici⁶ molto distanti da quelli 'predefiniti' dalla app.

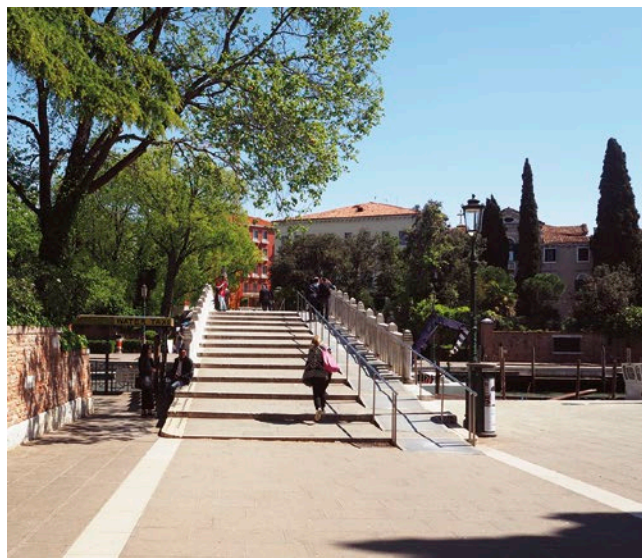
Le app sono rivolte non solo alle persone che si muovono in sedia a rotelle, ma a tutti coloro che hanno problemi di mobilità: tra le applicazioni analizzate, infatti, il 10% si limita al solo profilo utente *wheelchair*, mentre il 60% si rivolge a un pubblico più ampio, indicato come *with mobility problems*, e il restante 30% definisce degli specifici *user-profile*⁷ da selezionare prima dell'utilizzo dello strumento.

Un caso interessante riguarda l'operazione che Google ha condotto nel 2018 con l'implementazione dell'opzione *wheelchair accessible* per l'applicazione Maps per le città di Londra, New York, Tokyo, Mexico City, Boston e Sydney. Grazie a tale opzione la ricerca del percorso 'da punto-a punto' viene effettuata tenendo conto dei gradi di accessibilità degli stessi percorsi e dei mezzi di trasporto pubblici, quindi dell'effettiva fruibilità di stazioni e mezzi.

La app IuavforAll: metodologia e risultati

L'applicazione mobile⁸ IfA è intesa come uno strumento volto a supportare le persone nella scelta dei percorsi 'da punto-a punto' a Venezia, considerando la viabilità pedonale e acqua, i differenti tipi di ostacoli presenti e le quote altimetriche relative al fenomeno dell'acqua alta.

Per utilizzare la app è necessario selezionare uno tra i dieci profili-utente individuati e identificati da pittogrammi, ovvero: bastone, deambulatore, carrello (anche per uso lavorativo), trolley, passeggio, carrozzina manuale, carrozzina elettrica, carrozzina



Tab.01 | Tabella riassuntiva delle principali app Web e Mobile dedicate alla mobilità di utenti con disabilità motorie (elaborazione di R. Revellini)
 Table summarising the main web and mobile apps devoted to mobility for users with limited mobility (elaboration by R. Revellini)

Tab.01 |

Name	Platform	Year	Elements	Login*	User profile	Map	Organization	Diffusion
Access Earth	Web, Android, iOS	2012	POIs	Yes	People with limited mobility	Mapbox - Openstreetmap	nonprofit organisation Access Earth Limited	USA, Australia
Access Now	Web, Android, iOS	2017	POIs	Yes	People with limited mobility	Google Maps	nonprofit organisation AccessNow	World
AccessMap	Web	2015	pedestrian routes	No	Active Wheelchair; Electronic Wheelchair; Cane; Custom	Mapbox - Openstreetmap	Taskar Center - University of Washington	Bellingham, Mt. Vernon, Seattle
AXS map	Web	2011	POIs	Yes	People with limited mobility	Google Maps	nonprofit organisation AXSlab	USA
Guiaderodas	Android, iOS	2016	POIs	Yes	People with limited mobility	Google Maps	nonprofit organisation Guiaderodas	World
Jaccede	Web, Android, iOS	2006	POIs	Yes	People with limited mobility	Google Maps	nonprofit organisation Jaccede	World
KiMap	Android, iOS	2017	pedestrian routes	Yes	Active Wheelchair; Electronic Wheelchair; Handbike	Mapbox - Openstreetmap	Kinoa startup	Firenze, Montefalco (PG)
On Wheels	Web, Android, iOS	2014	POIs – specific pedestrian routes	Yes	People with limited mobility	Google Maps	nonprofit organisation On Wheels	World
Route4u	Web, Android, iOS	2014	pedestrian routes	Yes	Active Wheelchair; Electronic Wheelchair; Handbike; Pram; Walking	Mapbox - Openstreetmap	nonprofit organisation Route4u	Budapest, Dublin
Wheelmap	Web, Android, iOS	2010	POIs	No	Wheelchair	Mapbox - Openstreetmap	nonprofit organisation Sozialhelden e.V.	Germany

*Login is required to share information about the obstacles

con accompagnatore, carrozzina con monoruota elettrico e, infine, il profilo a piedi. Per ogni profilo sono state valutate, assieme a un gruppo di portatori di interesse coinvolti nel progetto, le difficoltà nel superare le singole categorie di ostacoli (Tab. 2), al fine di permettere a ciascuno di identificarsi con le caratteristiche di mobilità che ritiene più vicine alla propria condizione. Il profilo ‘bastone’, per esempio, è associato alla possibilità che per-

sone con mobilità ridotta, come un anziano che cammina con un bastone, possano superare i ponti che sono stati dotati di corrimano collocati sui parapetti esistenti, mentre abbiano difficoltà per quelli che ne sono sprovvisti. Il sistema, pertanto, sceglie il percorso su cui si trovano solo ponti con corrimano. Per il profilo ‘carrozzina manuale’ la app individuerà invece un percorso su cui si trovino solo ponti accessibili, o che preveda

data enabling it to improve its current design action; lastly, from a social innovation perspective, contributing to raising awareness of accessibility themes to increase knowledge of the potential for ensuring new levels of autonomy for everyone, including within historic towns.

Accessibility apps

Town Information and Communication Technologies (ICT) applications and the systemic use of big data facilitate know-how, management and improvement of urban services and are now increasingly commonplace, together with GIS systems used in the mobility disabilities context (Zimmermann-Janschitz, 2018). A multiplicity of information regarding the town and its services is now available thanks to digital systems such as apps which can be easily consulted on personal elec-

tronic devices. Use of such tools has increased, enabling people with mobility and visual impairments to be more autonomous and fostering their participation and inclusion in town life.

The IfA project began with the construction of a reference framework through the reconnaissance of web and mobile apps (for Android and iOS systems) devoted to those whose mobility is impaired, analysing projects developed for information sharing on itineraries and Points of Interest (POIs), such as accessible town shops, museums, car parks, etc. (Comai *et al.*, 2015). Most of the applications examined⁴ relate to POIs (Tab. 1) which enable users⁵ to autonomously report the degree to which a given site is accessible and indicate the presence of accessible entrances and/or toilets and share reviews of their experiences. This enables users to work actively with a tool’s

developers and increase the data available to it, making it available to other users, frequently in real time.

Managing urban routes and information on the obstacles present, both permanent and temporary, is complex, on the other hand, a complexity which is accentuated by the need to correlate such data with that relating to public transport (Beale *et al.*, 2006). Thus the data collecting functions in such cases are rare and limited to the opportunity to send in reports managed later by developers.

Accessibility apps are town specific and not usable in other contexts, above all where itinerary calculation is concerned, while users can generally share information on specific places⁶ for accessible POIs mapping which are a long way away from those ‘predefined’ by apps.

Such apps are designed not only for

wheelchair users but for all those with mobility issues: 10% of the apps analysed, in fact, are wheelchair user specific while 60% target a wider audience – those with mobility problems – and the remaining 30% define specific user profiles⁷ to be selected prior to use. An interesting case relates to the Google addition of a wheelchair accessible option in 2018 for its Maps app for the cities of London, New York, Tokyo, Mexico City, Boston and Sydney. Selecting this option means that ‘point to point’ trajectories are performed taking account of the degree of accessibility of these trajectories and public transport, thus the effective usability of stations and buses or trains.

The IuavforAll app: methodology and results

The IfA mobile app⁸ was designed to support people in their choices of

02 | Vista delle isole di Venezia e dei 430 ponti che le collegano. Per la costruzione del database che fornisce le informazioni alla app sono stati censiti i possibili ostacoli e le soluzioni realizzate, come 37 ponti resi accessibili, 162 su cui sono stati collocati nuovi corrimano e 235 che presentano parapetti dotati di prensibilità, oltre a 198 dislivelli di cui 45 resi accessibili mediante la predisposizione di piccole rampe

View of Venice's islands and the 430 bridges linking them. Creating the database supplying the app's information required surveying potential obstacles and the solutions to them, such as the 37 newly accessible bridges, the 162 ones on which new handrails have been added and the 235 with parapets with added grip, and the 198 differences in level, 45 of which have been made accessible via the addition of small ramps



l'utilizzo dei mezzi di navigazione, anche attraverso un itinerario che può rivelarsi più lungo rispetto quello a piedi⁹.

La collaborazione dei portatori di interesse è stata fondamentale in particolare per la valutazione delle rampe con gradino agevolato, tipologia che presenta pendenze molto elevate e la cui fruizione autonoma può dipendere dalle singole abilità dell'u-

'point to point' itineraries in Venice, taking account of urban (land and water) accessibility, the various types of obstacle present and high tide phenomenon. Using the app requires selecting one of ten user profiles identified by pictograms, namely: stick, walker, cart (including for work use), suitcase, stroller, manual wheelchair, electric wheelchair, wheelchair with assistant, manual wheelchair with powered attachment and lastly, an on foot profile. For each profile the difficulties to be overcome were assessed together with a group of stakeholders involved in the project (Tab. 2) in order to enable each user to identify with the mobility characteristics best corresponding to his or her needs. The 'stick' profile, for example, is linked with the potential for people with reduced mobility, such as an elderly person walking with a stick, to get across

bridges equipped with handrails on existing parapets whilst finding those without handrails challenging. The system thus selects the itinerary with the fewest handrails. For the 'manual wheelchair' profile the app identifies a trajectory with accessible bridges only or those requiring ferries, including via itineraries which may be longer than pedestrian routes⁹.

The collaboration of stakeholders was of fundamental importance, especially where stepped ramps were concerned, because this kind of ramp could have high gradients and its autonomous use may depend on individual user ability. Those using manual wheelchairs are normally accompanied on these ramps but can, in some cases, attempt them alone as occurs (almost always) with electric wheelchairs.

After selecting a user profile, users can begin their route research by selecting

tente. Le persone che utilizzano la carrozzina manuale vengono di norma accompagnate su queste rampe, ma in alcuni casi sono in grado di percorrerle da sole, così come avviene (quasi sempre) in caso di carrozzine elettriche.

Dopo aver selezionato il proprio profilo-utente è possibile iniziare la ricerca del percorso tramite la scelta del punto di partenza e

departure point and destination in a range of ways: selecting points on the map directly, mapped points of interest or via address and, for departure point only, via GPS localisation.

For research purposes users view the shortest route calculated by the system traced onto the map and specific information on the direction to follow. Navigation via visualisation of one's position on the map is also possible, with pop-up warnings appearing where users move away from the route indicated. At destination, lastly, a 'congratulations' pop-up appears and users are asked whether they intend to begin a new search. Given the complexity of Venetian urban fabric, it is possible that fully autonomous accessible routes may not be available to certain user profiles.

A complex data collection and elaboration process underlies IfA app func-

tioning with this data subsequently recorded on a database. This consists, first and foremost, of data relating to identifying the town centre's 'urban barriers' selected and mapped during the first phase of work: bridges, differences in level, narrow *calli* (less than 80 cm wide and thus non wheelchair accessible), uneven paving. These obstacles, together with the main sites of cultural interest, have been mapped via field surveying operations managed by the ESRI Collector mobile memorisation app¹⁰). The second phase of work was a matter of creating a new Venice pedestrian viability in digital format¹¹ and managing all the information relating to this viability¹². This was supplemented by sea level data¹³ required for the purposes of considering pedestrian routes accessible during periods of high tide, i.e. itineraries not under water on the basis of current and ex-

User - profile	Bridges characteristics (if =1)									"Height difference" characteristics (if =1)		
	Grip-pable railings	Han-drail on one side	Han-drail on both sides	Double handrail	High slope removable ramp	Gra-dient ramp < 8%	Gra-dient ramp > 8%	Step-ped ramp	Stairlift	Presen- ce of height diffe- rence	Presen- ce of cordo- nata	Presen- ce of a ramp
Walking stick	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Walker	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Cart	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Stroller	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Suitcase	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Manual wheelchair	No	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	Yes
Electric wheelchair	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes*	Yes	No	Yes*	Yes
Wheelchair with assistant	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Powered attachment for wheelchairs	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
On foot	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

*Some exceptions could be possible

di destinazione che può avvenire attraverso molteplici modalità: selezione del punto direttamente sulla mappa, dei luoghi di interesse mappati o tramite indirizzo e, nel solo caso del punto di partenza, tramite localizzazione del GPS.

A fine ricerca l'utente visualizzerà sulla mappa il tracciato del percorso più breve calcolato dal sistema e le informazioni specifiche sulle direzioni da seguire. È inoltre possibile la navigazione con visualizzazione della propria posizione nella mappa e, se l'utente si allontana dal tracciato, verranno visualizzati degli avvisi in forma di pop-up. Arrivati a destinazione, infine, verrà visualizzato un pop-up di 'congratulazioni' e richiesto all'utente se intende iniziare una nuova ricerca.

pected tides^{14,15}.

To build the mobility network, the pedestrian viability graph was integrated with the urban navigation line and links with Marco Polo airport. This latter graph is created and up-dated periodically using GTFS (General Transit Feed Specification) data comprising public transport times and stops¹⁶. Elaborating this data and constructing the associated digital maps was managed by laboratory technicians using specific software¹⁷ made available by ESRI and certain procedures developed within Python language.

Work was done in parallel on the app's graphic design for the purposes of guaranteeing clarity and simplicity of use for all users with strongly contrasting colour schemes (black - white - yellow) designed to be visible to the visually impaired and creating the ten user profile pictograms. For the app's iden-

tity pictograms, the Accessible Icon Project was referenced and adapted to the Venetian context (Fig. 3).

Conclusions

With the dynamic urban 'obstacles' maps based on the various degrees of difficulty identified now complete, the application project is now at the functioning checks stage on a sample area made up of 37 islands and performed by a group of stakeholders¹⁸. Development is linked to the potential to incorporate further information into the initial data which may take its functions in new directions. Additional data relating to accessible hospitality structures and services (hotels, restaurants, etc.) could potentially improve inclusive tourism services, promoting accessible alternative itineraries to classic routes and thus contributing to modifying the image of Venice as

Data la complessità della struttura urbana di Venezia, è possibile però che percorsi completamente accessibili in modo autonomo a un determinato profilo-utente non esistano.

Alla base del funzionamento della app IfA vi è una complessa operazione di raccolta ed elaborazione dati, registrati successivamente su database. In primis, quella inerente l'individuazione delle 'barriere urbane' presenti nel centro storico, identificate e mappate durante la prima fase di lavoro, che riguardano: ponti, dislivelli, calli strette (con larghezza inferiore a 80 cm che non consentono il passaggio di una carrozzina), pavimentazioni sconnesse. Tali ostacoli, assieme ai principali luoghi di interesse culturale, sono stati mappati attraverso operazioni di rilievo sul campo, gestite dall'applica-

non-accessible to those with mobility disabilities.

On the other hand, increasing information relating to town activities (food stores, offices, cinemas, etc.) might improve the daily lives of residents and activate forms of social aggregation and contact. This approach might also help to limit the phenomenon by which the elderly are abandoning the historic centre for the mainland, increasing awareness amongst residents of accessibility action. A further step to be taken regards the future management of the app which requires a dedicated structure to be created via a start-up capable of identifying organisational and strategic tools appropriate to its dissemination. This would be a way of maintaining the social innovation significance which generated the app's design whilst ensuring an income for the entity concerned and thus guaranteeing its autonomy.

NOTES

¹ The stepped ramp system has been developed in Venice in order to be an alternative to the traditional ramps with uniform gradients. This solution uses elongated and sloping treads linked by a curved or triangular chamfer in the place of the step.

² The group working on creating the app is made up of: V. Tatano, scientific director; Web design: Lab Circe-Iuav, C. Balletti, R. Gibin, M. Calzavara, M. Mazzanti, S. Meggiato, F. Rizzi; Data insertion: Lab ArTec-Iuav, A. Casalin, M. Condotta, R. Revellini; Graphic design: E. Dallago, R. Revellini.

³ Venice town council made available only some maps of specific areas of the town showing the main pedestrian routes and accessible buildings <https://www.comune.venezia.it/it/content/venezia-accessibile-itinerari-senza-barriere> (accessed 2nd December 2019).

zione mobile di memorizzazione dati *ESRI Collector*¹⁰. La seconda fase del lavoro è stata invece caratterizzata dalla realizzazione ex novo, in formato digitale, del grafo della viabilità pedonale di Venezia¹¹ e dalla gestione di tutte le informazioni relative a tale viabilità¹². A questo sono stati aggiunti i dati delle quote sul livello del mare¹³, necessari al fine di considerare i percorsi pedonali fruibili durante il fenomeno dell'acqua alta, ossia i percorsi non sommersi in base al livello di marea¹⁴, attuale e atteso¹⁵.

Per la costruzione del network della mobilità, il grafo della viabilità pedonale è stato integrato con quello delle linee di navigazione urbana e di collegamento con l'aeroporto Marco Polo. Quest'ultimo grafo viene costruito e aggiornato periodicamente a partire dai dati GTFS (*General Transit Feed Specification*) comprensivi di orari e fermate¹⁶.

L'elaborazione di questi dati e la costruzione della cartografia digitale associata viene gestita dai tecnici del laboratorio, che fanno uso di strumenti software¹⁷ dedicati messi a disposizione da ESRI e di alcune procedure sviluppate internamente in linguaggio Python.

Parallelamente si è lavorato al progetto grafico della app, al fine di garantire chiarezza e semplicità d'uso per tutti gli utenti, utilizzando colori con forte contrasto cromatico (bianco/nero/gial-

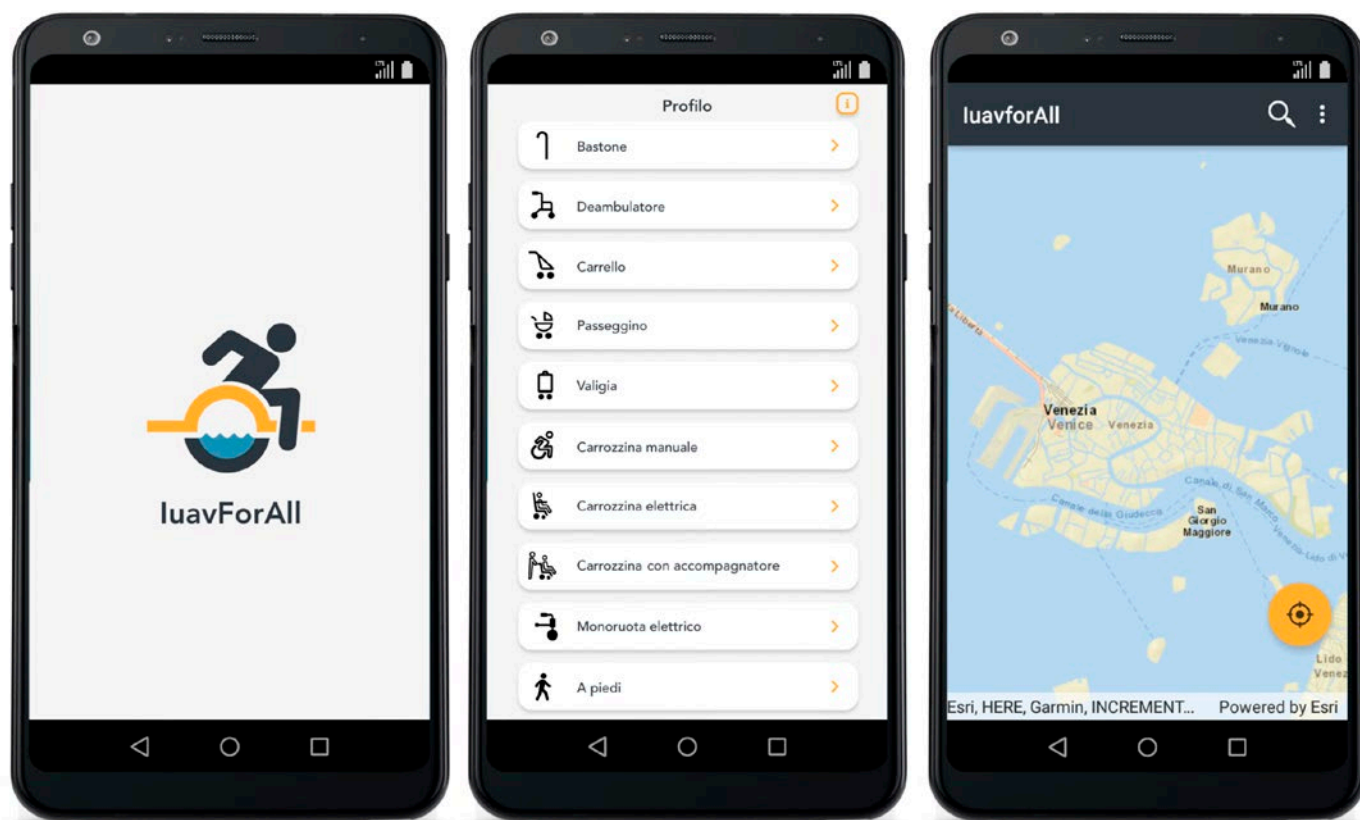
lo) per essere percepibili dalle persone ipovedenti o con difficoltà visive, e realizzando i dieci pittogrammi per i profili-utente. Per il pittogramma identificativo dell'applicazione è stato invece assunto come riferimento quello dell'*Accessible Icon Project*, adattato alla realtà veneziana (Fig. 3).

Conclusioni

Il progetto dell'applicazione, ormai ultimata la mappatura dinamica degli 'ostacoli' urbani catalogati in base ai diversi gradi di difficoltà identificati, è nella fase di verifica del funzionamento su una zona campione costituita da 37 insule, condotta insieme a un gruppo di portatori di interesse¹⁸.

Lo sviluppo è legato alla possibilità di integrare i dati iniziali con ulteriori informazioni che potrebbero caratterizzarne le funzioni indirizzandola su fronti diversi. Inserendo dati relativi alle strutture e ai servizi ricettivi accessibili (alberghi, ristoranti, ecc.), lo strumento potrebbe migliorare il turismo inclusivo, promuovendo itinerari accessibili e alternativi a quelli classici, contribuendo in questo modo a modificare lo stereotipo di Venezia come città inaccessibile alle persone con disabilità motoria.

Incrementando le informazioni relative alle attività della città (negozi di generi alimentari, uffici, cinema, ecc.) si potrebbe mi-



giorare invece la quotidianità degli abitanti e attivare forme di aggregazione e relazioni sociali. Tale indirizzo potrebbe aiutare inoltre a limitare il fenomeno dell'esodo delle persone anziane dal centro storico verso la terraferma, aumentando proprio tra gli abitanti la conoscenza degli interventi per l'accessibilità urbana realizzati in città.

Un ulteriore passo che dovrebbe essere fatto riguarda la gestione futura della app che avrebbe bisogno di una struttura dedicata, da realizzarsi anche attraverso una startup in grado di trovare le soluzioni organizzative e strategiche per una sua diffusione. In tal modo si potrebbe mantenere il valore di innovazione sociale con cui è stata ideata l'applicazione, insieme a una possibilità di redditività che ne garantisca l'autonomia.

NOTE

¹ A Venezia è stata sperimentata la rampa a gradino agevolato, un'alternativa alla rampa tradizionale in cui all'inclinazione uniforme vengono sostituiti gradini caratterizzati da pedata allungata e in pendenza, collegati da uno smusso o da un profilo triangolare che prende il posto dell'alzata.

² Il gruppo che sta lavorando alla realizzazione della app è composto da: V. Tatano, resp. scient.; Progetto web: Lab Circe-Iuav, C. Balletti, R. Gibin, M. Calzavara, M. Mazzanti, S. Meggiato, F. Rizzi; Rilievo e inserimento dati: Lab ArTec-Iuav, A. Casalin, M. Condotta, R. Revellini; Progetto grafico: E. Dallago, R. Revellini.

³ Il Comune di Venezia dispone di mappe statiche di aree specifiche della città con indicati i principali percorsi pedonali e gli edifici accessibili <https://www.comune.venezia.it/it/content/venezia-accessibile-itinerari-senza-barriere> (accesso 2 dicembre 2019).

⁴ La ricerca è stata compiuta via Web e tramite Google Play Store tra i mesi di marzo e luglio 2018, verificando una serie di app destinate alla mobilità

⁴ The research was done on the web and via Google Play Store from March to July 2018, verifying a series of apps designed to be used by those with physical disabilities for movement purposes. Of these the ten most similar to the Ifa app's development concept were selected, of which seven give accessible POIs information without considering any sort of itinerary to them.

⁵ Most of the apps require users to sign in using login and password data in order to share information and reviews on the places visited and thus ensure the truthfulness of the data reported.

⁶ In general the apps are based on open data maps from OpenStreetMap or Google Maps.

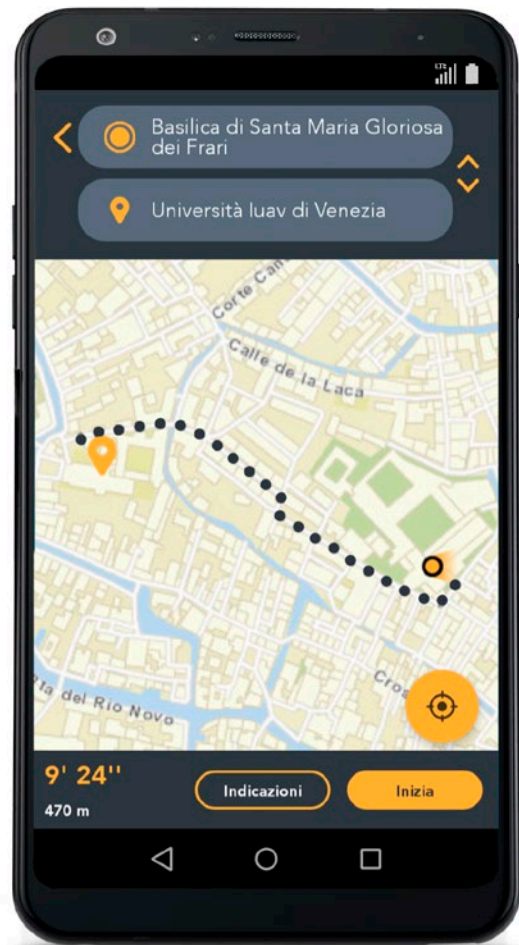
⁷ More detailed profiles are used on the Route4u application which requires users to select "the vehicle used" (manual wheelchair, electric wheelchair,

single wheel electric wheelchair, etc.).

⁸ The application, developed in C# language in the Visual Studio - Xamarin environment, will initially be available for Android systems only and consultable in Italian, English, French, Spanish and German.

⁹ As regards journey speeds for each profile the following was used as reference: Society of Fire Protection Engineers (2003), *Engineering guide: human behaviour in fire*, SFRE, Bethesda, MD, p. 30. For app development purposes, however, a single average speed of 0.8 m/s was used for all users.

¹⁰ ESRI (Environmental System Research Institute) is the sector leader worldwide in GIS app development. The Collector app is based on maps supplied by ArcGIS online, the environment in which certain specific hosted feature layers for data memorisation were created.



di persone con disabilità fisica. Tra queste, ne sono state selezionate dieci ritenute più simili all'idea di sviluppo della app Ifa, di cui sette danno informazioni sui POIs accessibili senza considerare alcun tipo di percorso da compiere.

⁵ Nella maggior parte delle app l'utente deve autenticarsi con login e password al fine di condividere informazioni o recensioni sui luoghi visitati e quindi garantire la veridicità dei dati segnalati.

¹¹ A digital one does not exist: development took place in the ESRI ArcMap environment.

¹² Graph is used in general to mean linear data structure, polyline, which registers the network of the itineraries possible in a given area.

¹³ This data is the result of Venice town council and Insula Spa's Progetto Ramses which performed a three dimensional survey by centimetre of Venice's paving.

¹⁴ This was made possible by the open source data published at regular intervals by Venice town council's Centro Previsione Maree.

¹⁵ One of the app's limitations relates to the fact that it is not capable of managing high tide walkway positioning which, in some cases, may impact further on pedestrian mobility. In any event wheelchair user movement is limited by high tide even in the pres-

ence of walkways, as these are not wheelchair accessible.

¹⁶ Data supplied by town council public transport firms ACTV spa and Alilaguna spa.

¹⁷ <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=0fa52a75d9ba4abcd6b88b6285fae1> (accessed 2nd December 2019).

¹⁸ App demos can be requested from the authors by email.

⁶ In genere le app si basano su mappe open data di OpenStreetMap o di Google Maps.

⁷ Profili più dettagliati sono previsti dall'applicazione Route4u che richiede all'utente di selezionare "il veicolo con cui si muove" (carrozzina manuale, carrozzina elettrica, monoruota elettrico, ecc.).

⁸ L'applicazione, sviluppata in linguaggio C# in ambiente Visual Studio - Xamarin, sarà disponibile nella prima versione solo per sistemi Android e sarà consultabile in italiano, inglese, francese, spagnolo e tedesco.

⁹ In merito alla velocità di percorrenza di ciascun profilo è stato preso come riferimento: Society of Fire Protection Engineers (2003), *Engineering guide: human behaviour in fire*, SFPE, Bethesda, MD, p. 30. Per necessità di sviluppo della app, però, è stata attualmente considerata un'unica velocità media, pari a 0,8 m/s, per tutti gli utenti.

¹⁰ ESRI (Environmental System Research Institute) è azienda leader mondiale nello sviluppo di applicazioni GIS. L'applicazione Collector è basata su mappe fornite da ArcGIS online, ambiente in cui sono stati creati specifici hosted feature layers per la memorizzazione dei dati.

¹¹ Non ne esiste uno digitale: lo sviluppo è avvenuto in ambiente ESRI ArcMap.

¹² Per grafo si intende, in generale, la struttura dati lineare, polyline, che registra lo schema dei percorsi possibili in una determinata area.

¹³ Tali dati sono frutto del Progetto Ramses del Comune di Venezia e di Insula spa, che hanno operato un rilievo tridimensionale al centimetro della pavimentazione di Venezia.

¹⁴ Ciò è possibile grazie ai dati, pubblicati open source a intervalli regolari, del Centro Previsione Maree del Comune di Venezia.

¹⁵ Un limite della app riguarda il fatto che la stessa non è in grado di gestire il posizionamento delle passerelle dell'acqua alta che, in alcuni casi, può condizionare ulteriormente la mobilità pedonale. In ogni caso le persone in carrozzina risultano limitate dall'acqua alta anche in presenza delle passerelle, sulle quali non possono salire.

¹⁶ I dati sono forniti dall'azienda comunale della mobilità ACTV spa e da Alilaguna spa.

¹⁷ <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=0fa52a75d9ba4abcd6b88bb6285fae1> (accesso 2 dicembre 2019).

¹⁸ La demo della app può essere richiesta, tramite email, agli autori.

REFERENCES

Bellini, A. (1998), "La pura contemplazione non appartiene all'architettura", *TeMa, TempoMateriaArchitettura*, Vol. 1, pp. 2-4.

Agostiano, M., Baracco, L., Caprara, G., Pane, A. and Virdia, E. (2009), *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*, 2nd ed., Gangemi, Roma.

Beale, L., Field, K., Briggs, D., Picton, P. and Matthews, H. (2006), "Mapping for wheelchair users: route navigation in urban spaces", *The Cartographic journal*, Vol. 43, n. 1, pp. 68-81.

Carbonara, G. (1996), "Teoria e metodi del restauro", in Carbonara, G. (Ed.), *Trattato di restauro architettonico*, Utet, Torino, p. 92.

Comai, S., Kayange, D., Mangiarotti, R., Matteucci, M., Yavuz, S.U. and Valentini, F. (2015), "Mapping city accessibility: review and analysis", *Studies in health technology and informatics*, Vol. 217, pp. 325-331.

Lauria, A. (2014), "L'Accessibilità come 'sapere abilitante' per lo Sviluppo Umano: il Piano per l'Accessibilità", *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 7, pp. 125-131.

Lauria, A. (2017), "Progettazione ambientale & accessibilità: note sul rapporto persona-ambiente e sulle strategie di design", *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 13, pp. 55-62.

Tatano, V. (2018), *Atlante dell'accessibilità urbana a Venezia*, Anteferma, Colognello.

Zimmermann-Janschitz, S. (2018), "Geographic information systems in the context of disabilities", *Journal of Accessibility and Design for All*, Vol. 8, n. 2, pp. 161-193.

Yairi, I.E. and Igi, S. (2007), "Universal Designed Mobility Support Geographic Information System for All Pedestrians", *Journal of the National Institute of Information and Communications Technology*, Vol. 54, n. 3, pp. 135-145.