

# Un caso studio di analisi geospaziale applicata alla mobilità ciclistica: l'analisi dei flussi della città di Napoli

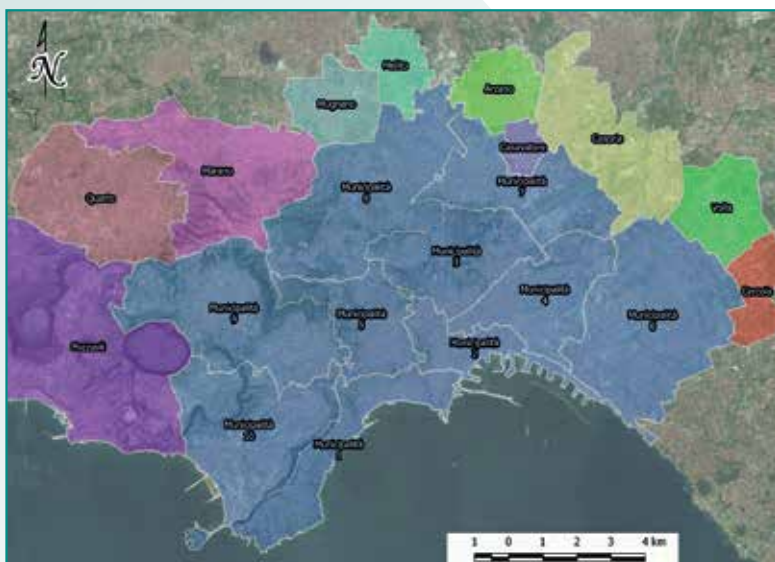


Fig. 1 - La città di Napoli (in blu), le 10 Municipalità che la compongono e le città limitrofe.

di Massimiliano Moraca,  
Carmine Aveta

Le analisi di seguito riportate sono tese a analizzare i dati dell'European Cycling Challenge 2015 in ottica geospaziale. Tali analisi, presentate anche al GIS Day 2016 oltre che al TIS2017, sono state condotte con l'ausilio dei software open source QGIS e Postgres/PostGIS.

L'obiettivo del presente documento è quello di analizzare i dati della edizione 2015 della European Cycling Challenge per la città di Napoli - utilizzata come caso studio - definendo una metodologia per la elaborazione dei dati e presentando così i risultati ottenuti. La città di Napoli è suddivisa in 10 Municipalità (la suddivisione in Municipalità è stata presa come riferimento per le analisi effettuate), con una superficie di 117,27 km<sup>2</sup>. La città di Napoli presenta una complessa configurazione orografica del territorio - stretta tra le colline e il mare - e una rete stradale di circa 1200 km. La metodologia prevede step successivi, partendo dagli obiettivi della campagna di indagine fino ad arrivare alla modalità

con cui vengono ottenuti tali dati, e garantisce la replicabilità a qualsiasi tipo di indagine ottenuta a partire da un database georeferenziato.

Tale analisi rappresenta in assoluto la prima campagna di indagine sulla mobilità ciclistica effettuata nella città.

## La European Cycling Challenge

La European Cycling Challenge ("ECC"), la cui prima edizione si è svolta nel 2012, è una sfida a squadre fra ciclisti urbani che si svolge dal 1 al 31 maggio. La manifestazione, a cui possono aderire tutte le città che ne fanno richiesta, prevede una competizione "virtuosa" tra i cittadini delle città coinvolte basata sui km complessivi che i ciclisti/cittadini percorreranno in quel mese, e sul numero di

partecipanti "attivi" di ogni città. Per contribuire al chilometrotraggio della "squadra-città" è necessario registrare tutti gli spostamenti in bicicletta tramite l'App gratuita "Cycling365", oppure inserire i propri spostamenti manualmente tramite il sito web della manifestazione. La ECC fornisce alle città partecipanti, mediante un database, i dati ricavati attraverso l'uso dell'App, per la durata della manifestazione. Per l'edizione 2015, sono stati 99 i cittadini del Comune di Napoli che hanno consentito di registrare i propri spostamenti in bicicletta nel mese di maggio. L'App "Cycling 365" ha salvato, per ogni spostamento registrato, e con una frequenza di 5 secondi, la posizione dei ciclisti (tramite GPS) e alcuni dettagli dello spostamento (identificati-

vo dello spostamento, lunghezza dello spostamento, giorno e orario dello spostamento) in un database.

La rete dei percorsi ciclabili di Napoli è stata istituita con Ordinanza Sindacale n.1233 del 9/11/2012, e si sviluppa lungo la direttrice est-ovest della città, nel tratto pianeggiante costeggiando il mare, e attraversa quattro Municipalità: la 10, la 1, la 2 e la 4.

I percorsi ciclabili presenti a Napoli possono essere suddivisi in 3 categorie:

Tipo 1: percorsi ciclabili in sede propria;

Tipo 2: percorsi promiscui ciclo-pedonali (percorso segnalato su marciapiede per i ciclisti, ma con precedenza per i pedoni);

Tipo 3: percorsi ciclabili in promiscuo con i veicoli.

### La pianificazione del caso studio

L'estrazione dei risultati dal database della European Cycling Challenge ha richiesto lo sviluppo di una metodologia basata sui classici schemi di analisi dell'ingegneria dei trasporti presenti in letteratura (Richardson, 1995), e prevede i seguenti passaggi:

- ▶ Definizione degli obiettivi;
- ▶ Definizione dei fattori chiave;
- ▶ Analisi del fenomeno secondo i fattori chiave identificati;
- ▶ Elaborazione dei dati;
- ▶ Valutazione dei risultati.

Il database fornito dall'ECC, in formato .csv, ha una struttura nella quale in ogni riga vengono fornite informazioni circa lo spostamento registrato (codice identificativo dello spostamento, codice del singolo punto ricadente all'interno dello

Fig. 2 - La rete dei percorsi ciclabili della città di Napoli.



spostamento), informazioni sul tempo (giorno in cui si è effettuato lo spostamento, ora, minuto e secondo della rilevazione) e informazioni di carattere geografico (latitudine e longitudine del singolo punto rilevato mediante GPS). Conseguenzialmente, i fattori chiave individuati sono due, "Spazio" e "Tempo". Tali fattori chiave sono poi stati suddivisi in diversi "layer", ciascuno atto ad analizzare un diverso aspetto del fenomeno:

- ▶ Fattore chiave "Tempo":
  - Fascia oraria 0-24;
  - Fascia oraria 7,30-9,30 (Fascia oraria "Mattino");
  - Fascia oraria 16,30-18,30 (Fascia oraria "Pomeriggio");
- ▶ Fattore chiave "Spazio":
  - Ambito cittadino;
  - Municipalità;
  - Matrice O/D;
  - Strade del Comune di Napoli più percorse.

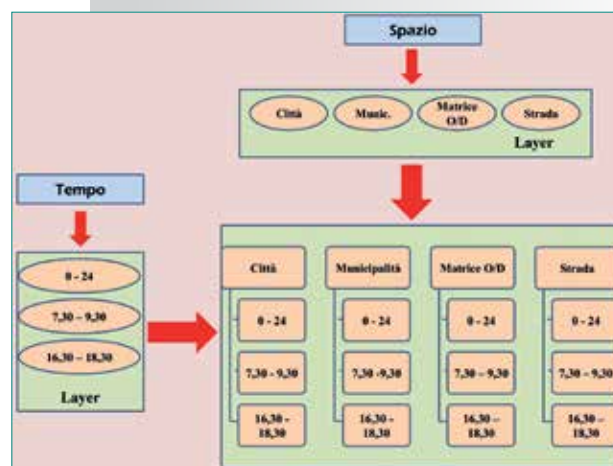
Le classificazioni così introdotte consentono di rispondere alla fase di definizione degli obiettivi con un livello di dettaglio progressivamente

più accurato. Dall'unione dei layer si ottiene una matrice 3x4 in cui ciascuna delle quattro sotto-classi del layer "Spazio" è analizzata secondo le tre diverse fasce orarie del layer "Tempo". L'unione dei layer consente di effettuare analisi di dettaglio e valutare se esistono fenomeni particolari come spostamenti casa-lavoro e casa-scuola, e come gli spostamenti si distribuiscono nell'arco di una fascia oraria di riferimento e sul territorio.

### L'applicazione della metodologia e l'uso del GIS

L'analisi dei dati è stata condotta importando il file csv in

Fig. 3 - La metodologia applicata e il raggruppamento dei risultati ottenuti.



ambiente GIS usando il client QGIS associato a Postgres/PostGIS. Questo ha consentito di studiare ciascuna riga presente nel database. Di particolare importanza infatti sono state le colonne che riportano le coordinate geografiche di ogni riga (rappresentative di una posizione specifica raggiunta nell'ambito del singolo spostamento), espresse con l'EPSG 4326, la colonna che identifica il viaggio denominata TripID, le colonne con i dati temporali come giorno della settimana, data ed ora, e la colonna con i riferimenti alla distanza progressiva del viaggio. Importato il csv in ambiente GIS si è proceduto alla sua riproiezione usando l'EPSG 32633, sistema di riferimento geodetico in cui ricade l'area in esame.

In QGIS è stato quindi possibile eliminare i viaggi che si svolgevano totalmente all'esterno dell'area in esame con una selezione inversa sui punti traccia usando come vettore di selezione i confini comunali di Napoli scaricati dalla sezione OpenData del sito del Comune di Napoli.

In PostGIS grazie alle query SQL di raggruppamento si è potuto associare ad ogni TripID il computo totale dei km percorsi, le velocità media ed il giorno in cui è stato effettuato lo spostamento. Grazie a queste aggregazioni è stato possibile eliminare i viaggi che non ricadevano nelle specifiche dell'ECC come i viaggi con una distanza percorsa maggiore di 30km e/o una velocità media maggiore di 30km/h. In questo modo si è ottenuto anche il computo totale degli spostamenti. I passaggi descritti precedentemente ci hanno permesso di ottenere un geodatabase pronto per gli studi successivi. Sempre tramite SQL è stato

possibile individuare il primo e l'ultimo punto di ogni spostamento, chiamandoli rispettivamente *start* ed *end*, esportando così il dato in un nuovo vettore PostGIS.

Si è provveduto poi a creare un vettore poligonale che contenesse la suddivisione del Comune di Napoli nelle sue 10 municipalità ed i Comuni ad esso confinanti.

Con una serie di operazioni di *spatial join* sono stati poi associati agli *start* ed *end* individuati precedentemente le informazioni relative all'area di inizio e fine del viaggio. Questa operazione ci ha consentito di ottenere un vettore puntuale a cui ad ogni *start* corrisponde un'area di partenza, sia essa una Municipalità o un Comune, e ad ogni *end* un'area di fine viaggio.

Da Open Street Map, per valutare quali strade dell'area in esame fossero state maggiormente utilizzate dai ciclisti, è stato

prelevato il reticolo stradale della città di Napoli. Tale reticolo è stato ripulito dai tracciati stradali in cui è vietato l'accesso alle biciclette, come autostrada e tangenziale o i tracciati ferroviari. Successivamente è stato possibile, con uno *spatial join*, associare ai punti traccia il nome della strada percorsa che ci ha consentito di individuare le strade con il maggior flusso di ciclisti.

Infine è stato esportato il vettore puntuale come file csv per continuare le indagini con l'ausilio di Excel con cui grazie ad una serie di tabelle pivot si sono estratti i dati di interesse per il nostro studio.

### Analisi dei risultati

Il database dell'ECC ha registrato oltre mezzo milione di punti, che rappresentano le "fotografie" di tutti gli spostamenti effettuati nel mese di maggio 2015, con un intervallo di 5 secondi.

Fascia oraria	Spostamenti	Km coperti	Km per spostamento
0 - 24	1.293	7.960,94	6,16
Mattina	213	1.616,78	7,59
Pomeriggio	251	1.409,01	5,59

Tab. 1 - Tabella riassuntiva degli spostamenti e dei chilometri percorsi nella ECC 2015 a Napoli.

Municipalità	Spostamenti registrati		
	0 - 24	Mattino	Pomeriggio
1	713	104	110
2	257	41	35
3	28	8	1
4	293	36	36
5	422	80	87
6	118	27	33
7	27	0	5
8	47	3	5
9	38	8	2
10	542	110	95
<b>Totale</b>	<b>2485</b>	<b>417</b>	<b>409</b>

Tab. 2 - Spostamenti complessivi registrati nelle 10 Municipalità.

Fig. 4 -  
Mappa di  
concentra-  
zione degli  
spostamenti.

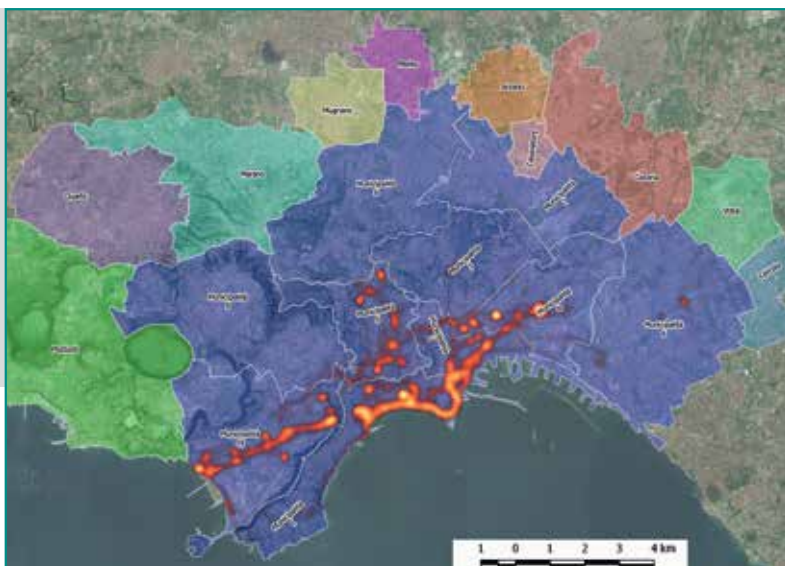
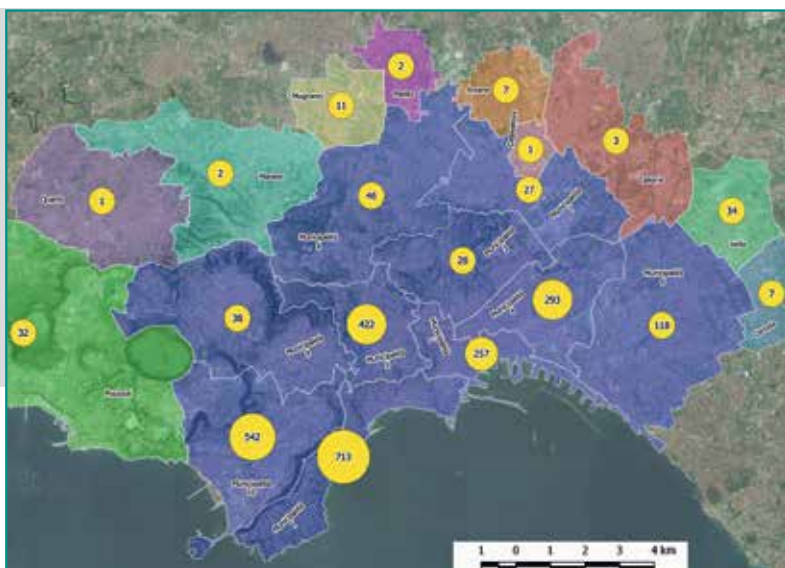


Fig. 5 - Som-  
matoria degli  
spostamenti di  
origine e des-  
tinazione.



Da precisare il concetto riguardante la rilevazione della posizione mediante GPS: numerosi studi in letteratura (Lindsey, 2013), hanno evidenziato come l'accuratezza dei dati varia in un range compreso tra i 5 e i 10 m rispetto alla vera posizione del ciclista sulla sede stradale, nonostante questo limite l'accuratezza della posizione è tale da rendere corretto associare alle singole posizioni la giusta strada.

Il numero totale di spostamenti registrati in bici nel corso della ECC 2015 all'interno del Comune di Napoli è di 1.293, mentre i chilometri percorsi in totale sono stati 7.960, per una media spostamento pari a 6,16 km/spostamento.

L'analisi del database per le fasce orarie evidenzia come gli spostamenti registrati sono spalmati nell'arco della giornata, senza registrare particolari picchi riconducibili a motivi casa-lavoro

o casa-scuola. Infatti, solo il 16% degli spostamenti complessivi sono stati registrati nella fascia mattutina, mentre sono il 19,4% quelli registrati nel pomeriggio. Inoltre si evidenzia come gli spostamenti mattutini sono di lunghezza superiori a quelli pomeridiani (7,59 km per spostamento, rispetto ai 5,59 km di media registrati nel pomeriggio).

La Tabella 3 mostra il totale degli spostamenti suddivisi per tipologie nelle 24 ore. Oltre il 90% degli spostamenti complessivi registrati si sono verificati all'interno della città di Napoli, con una piccola frazione di spostamenti da e per Napoli (spostamenti interni-esterni e esterni-interni).

I risultati complessivi per luogo di origine e di destinazione sono presentati nella figura successiva. I luoghi maggiormente generatori e destinatari di spostamenti sono le Municipalità 1, 10 e 5.

Dalle matrici O/D complessive sono state estrapolate le matrici relativi ai solo spostamenti con origine e destinazione interna al Comune di Napoli. I risultati sono presentati nelle successive tabelle. Sulla diagonale principale è possibile visualizzare gli spostamenti con origine e destinazione nella stessa Municipalità.

Il numero di spostamenti maggiori, come già evidenziato in precedenza, riguarda le Municipalità 1, 5 e 10.

Il database della ECC ha consentito di valutare i flussi ciclistici transitanti sulle strade della città di Napoli mediante l'associazione delle singole righe del database (dotate di coordinate geografiche) con la mappa della città (in ambiente GIS), e quindi ottenendo i flussi la somma degli spostamenti ricadenti sulla singola strada.

Spostamenti	Fascia oraria					
	0-24		Mattino		Pomeriggio	
	Interni	Esterni	Interni	Esterni	Interni	Esterni
Interni	1193	51	204	5	197	5
Esterni	48	1	4	0	10	1

Tab. 3. Matrice O/D, fascia oraria 0-24.

Nella tabella 5 sono evidenziate le prime 15 strade più frequentate, con - in parentesi - le Municipalità di appartenenza. Le prime 5 strade in graduatoria sono tutte con percorso ciclabile in sede propria, e ricadono nella

Municipalità 1 (Via Caracciolo, Via Partenope, Via Nazario Sauro) e nella Municipalità 10 (Via Caio Duilio, Galleria Laziale). Inoltre, le prime 7 strade presenti nella tabella sono con percorsi ciclabili di

Tipo 1. Infine, con l'eccezione di Via Toledo – area pedonale – le strade presenti nella tabella sono tutte arterie principali per il traffico veicolare privato.

### Conclusioni

L'analisi dei dati rilevati durante la European Cycling Challenge ha consentito di valutare per la prima volta l'effetto prodotto dall'introduzione percorsi ciclabili in sede propria nella città di Napoli, in termini di utilizzo e di scelta dei percorsi.

I risultati ottenuti hanno evidenziato come l'utilizzo della bicicletta è stato preponderante nelle Municipalità dove esistono i percorsi ciclabili in sede propria, o nelle immediate vicinanze (la Municipalità 1 e la Municipalità 10). I flussi calano progressivamente con il crescere della distanza da tali aree, segno che bisogna aumentare la fiducia dei cittadini nelle aree periferiche, eventualmente realizzando itinerari protetti.

I risultati della European Cycling Challenge 2015 hanno spinto il Comune ad approvare il progetto di realizzazione di un percorso ciclabile in Corso Umberto, una delle strade più frequentate dai ciclisti secondo i dati a disposizione (considerando anche i 2100 passaggi mensili rilevati - con circa 70 utenti giornalieri - durante la sperimentazione del servizio di bike-sharing promosso da Cleanap e attivo a Napoli nel 2015). Inoltre, nel 2013 erano già stati approvati dall'Amministrazione i progetti per la realizzazione di nuovi percorsi ciclabili in sede propria nel tratto adiacente il Porto (Via Marina, Via Amerigo Vespucci e Via Alessandro Volta), e nell'Area Industriale (Via Emanuele Gianturco), progetti che sono stati avviati nel 2015 e attualmente in realizzazione, dotando

Partenza	Municipalità 1	Municipalità 2	Municipalità 3	Municipalità 4	Municipalità 5	Municipalità 6	Municipalità 7	Municipalità 8	Municipalità 9	Municipalità 10
Municipalità 1	169	35	6	38	20	5	1	-	9	53
Municipalità 2	40	35	1	6	2	-	8	-	-	30
Municipalità 3	6	1	2	1	-	-	-	-	1	-
Municipalità 4	40	12	-	41	28	8	1	6	-	3
Municipalità 5	40	5	2	38	102	-	-	2	5	29
Municipalità 6	4	1	-	9	1	10	-	-	-	15
Municipalità 7	-	5	2	3	-	-	3	-	1	-
Municipalità 8	2	1	-	3	1	-	-	12	-	1
Municipalità 9	11	-	2	-	4	-	-	-	-	3
Municipalità 10	57	35	1	3	26	15	-	4	-	125

Tab. 4 - Matrice O/D degli spostamenti interni al Comune di Napoli – Fascia oraria 0-24.

Strade	Municipalità	Spostamenti per fascia oraria		
		0 - 24	Mattino	Pomeriggio
Via F. Caracciolo	1	324	54	65
Via Nazario Sauro (1)	1	235	40	46
Via Caio Duilio (10)	10	185	44	26
Via Partenope	1	185	30	38
Galleria Laziale	10-1	182	41	22
Via Nuova Agnano	10	171	47	27
Via Toledo	1-2	159	41	25
Corso Umberto I	2	156	22	23
Viale J. F. Kennedy	10	141	37	22
Corso V. Emanuele	1	137	56	27
Via Bagnoli	10	133	45	19
Via Salvator Rosa	2	120	36	15
Viale Augusto	10	91	22	18
Via Torquato Tasso	1	68	31	7
Via Domenico Fontana	5	63	11	18

Tab. 5 - Le 15 strade più frequentate per le varie fasce orarie.

la città di altri 5 km di percorsi ciclabili.

Il successo dell'edizione 2015 è stato poi confermato dai risultati dell'edizione 2016, dove i km registrati nel mese di Maggio sono stati 14.701 (quasi il doppio dell'edizione 2015), e dove da una prima analisi dei flussi disponibile sul sito della manifestazione, emerge come i percorsi preferiti siano sostanzialmente gli stessi della edizione 2015. Dai risultati della edizione del 2016, e dalla volontà del Comune di costruire nuovi percorsi protetti in sede propria per i ciclisti, è evidente come il fenomeno presenti ampi margini di crescita negli anni.

#### BIBLIOGRAFIA

Richardson, A. & Ampt, E. & Meyburg, A. 1995. *Survey Methods for Transport Planning*. Eucalyptus Press.

Lindsey, G. & Hankey, S. & Wang, X. & Chen, J. 2013. *Feasibility of Using GPS to Track Bicycle Lane Positioning*. University of Minnesota, Center for Transportation Studies.

#### PAROLE CHIAVE

GIS; MOBILITÀ SOSTENIBILE; GPS; PERCORSI CICLABILI; NAPOLI

#### ABSTRACT

In May 2015, the City of Naples and forty others European cities have joined the fourth edition of the European Cycling Challenge. This event has been created to promote the bicycle as a sustainable transport mean in urban areas, and lasted for all the month of May.

The event organizer, SRM Reti e Mobilità, provided an app where all citizens/cyclists could enroll and track their cycle journeys; the app was tracking, with a time interval of five seconds, the cyclist position (using GPS) and some journey details (journey name, length, speed, besides day and schedule).

These data were registered by the app and saved in a database. Several months after the event, each database has been sent to the participating cities.

Naples' database has been utilized to evaluate, for the first time, the cycling mobility in the city. Indeed, the City of Naples developed a cycle network longer than twenty kilometers in the recent years. Therefore, this evaluation aimed to understand how, when and where the cyclists have been using these paths.

The evaluation required the development of a methodological framework to analyze the database in geospatial environment.

The final product has been disaggregated in two categories, the territorial evaluation and the temporal evaluation. The territorial evaluation contains O-D matrices, an analysis involving Naples' districts, and a flow count analysis for road. The temporal evaluation includes an analysis for each day of the month, for each day of the week (Monday, Tuesday, and so on), and for two time slots (7,30 – 9,30 A.M. and 4,30 – 6,30 P.M.).

The overall results registered over 7961 kilometers covered and 1308 registered trips, with an average journey length of 6,07 kilometers and a massive use of the Waterfront cycle path (Via Francesco Caracciolo and Via Partenope).

#### AUTORE

MASSIMILIANO MORACA, INFO@MASSIMILIANOMORACA.IT

CARMINE AVETA, CARMINE.AVETA@GMAIL.COM

Dal 1986 Teorema lavora a fianco dei professionisti fornendo la tecnologia topografica più avanzata, la migliore formazione tecnica, ed una accurata assistenza post-vendita, per rendere più affidabile e produttivo il vostro lavoro.

## LEICA BLK360°

L'imaging laser scanner che semplifica il modo in cui gli spazi vengono misurati, progettati e documentati.



### La nuova dimensione nella tecnologia di misura

- Registra le scansioni e visualizza i dati sul campo in pochi istanti, per essere sicuri di aver catturato tutto ciò che vi serve prima di lasciare il sito di lavoro.
- Genera automaticamente immagini panoramiche a 360° con supporto HDR e flash integrato per immagini nitide anche in ambienti con scarsa illuminazione.
- Sensore per immagini termiche FLIR®, nei 30 secondi in cui il BLK360° sta catturando le sue immagini HDR sferiche, viene anche generata un'immagine termica panoramica da 70°V x 360°O.
- Nuvole di punti ad alta precisione: 360.000 punti/sec. con risoluzione personalizzabile.
- Dimensioni al minimo: solo 16,5 cm x 10 cm con un peso di 1 Kg.
- Teorema Milano è in grado di offrire una soluzione "chiavi in mano" che include: BLK360° + software ReCap Pro, iPad Pro 12,9", kit di accessori, training formativi da parte di tecnici specialisti.

Contattaci, scoprirai molto di più.

- when it has to be right **Leica**  
Geosystems

**TEOREMA srl**  
**TOPCENTER**

[www.geomatica.it](http://www.geomatica.it) • [www.disto.it](http://www.disto.it) • [www.termocamere.com](http://www.termocamere.com)

Via A. Romilli, 20/8 20139 Milano • Tel. 02 5398739 • [teorema@geomatica.it](mailto:teorema@geomatica.it)