



Mapping human settlements from space

Mappare
gli insediamenti umani
con i satelliti



Luxembourg: Publications Office
of the European Union, 2016

© European Union, 2016
Reproduction is authorised provided
the source is acknowledged.

Printed in Italy.

Cover image: view of poor living area on the Hills
of Rio de Janeiro, Brazil - © dabldy, Fotolia

PDF

Print

ISBN 978-92-79-56988-3 ISBN 978-92-79-56987-6

doi:10.2760/850796 doi:10.2760/434255

KJ-01-15-973-2K-N

KJ-01-15-973-2K-C



Mapping human settlements from space

Mappare gli insediamenti umani con i satelliti

The world population continues to grow. In just 50 years, 4 billion people have been added to the 3 billion already inhabiting our planet. Every minute more than 150 children are born. But where exactly do people live? This question still remains unanswered.

Our knowledge of the current extent of human settlements is incomplete. We have a good understanding of the location and extent of our large cities. However, small and medium-sized settlements, that are critical for accounting and understanding the impact of people on the planet, remain largely invisible in global datasets. Often the most vulnerable settlements i.e. shanty towns, informal settlements and refugee camps are those unaccounted for.

To process global Earth Observation data sets, the JRC has developed the 'Global Human Settlement Layer (GHSL)'. This tool is able to map and monitor human settlements in a detailed, measurable and globally consistent way. This information supports policies and initiatives to prevent and reduce disaster risk, eradicate extreme poverty and promote sustainable development.

La popolazione mondiale continua a crescere. Negli ultimi 50 anni 4 miliardi di persone si sono insediate sulla Terra oltre ai 3 miliardi già esistenti. Ogni minuto nascono più di 150 bambini sulla Terra. Ma dove vivono esattamente tutte queste persone? Questo dato rimane per lo più sconosciuto.

Il quadro generale dell'impatto dell'uomo sulla Terra è tuttora incompleto. Conosciamo bene le grandi città e le loro dimensioni ma gli insediamenti medi e piccoli, che sono cruciali per capire l'impatto della popolazione sulla Terra, non vengono riportati nelle banche dati globali. Spesso sono proprio gli insediamenti umani più vulnerabili - le baraccopoli nei quartieri poveri, i campi profughi - che non vengono rilevati e rappresentati nella mappa globale degli insediamenti.

Per processare dati globali derivanti da immagini satellitari, il JRC ha sviluppato il "Global Human Settlement Layer" (GHSL). Questo strumento può mappare e monitorare l'ambiente costruito dall'uomo in un modo dettagliato, misurabile e omogeneo a livello globale. Questa informazione viene usata per politiche ed iniziative che contribuiscono a prevenire e ridurre il rischio di disastri, a eliminare la povertà estrema e a promuovere lo sviluppo sostenibile.

Modelling population distribution

Detailed information on population distribution is essential in many fields. For example, in the context of disaster risk management, this data is crucial for estimating human exposure to present or potential threats. They also support risk analysis and mitigation, preparedness and response activities following a disaster.

Data derived from the Global Human Settlement Layer (GHSL), such as built-up density, is used to produce maps with improved depictions of population distribution and densities in space and time.

GHSL data can be used also to refine population censuses. For example, this map illustrates how official population counts for census units were transformed into population density in residential zones. Data represents the estimated number of residents per 100 m². The residential population density was produced by combining the density of built-up area derived from GHSL with land use/land cover data to increase the spatial detail of the 2011 official census statistics.

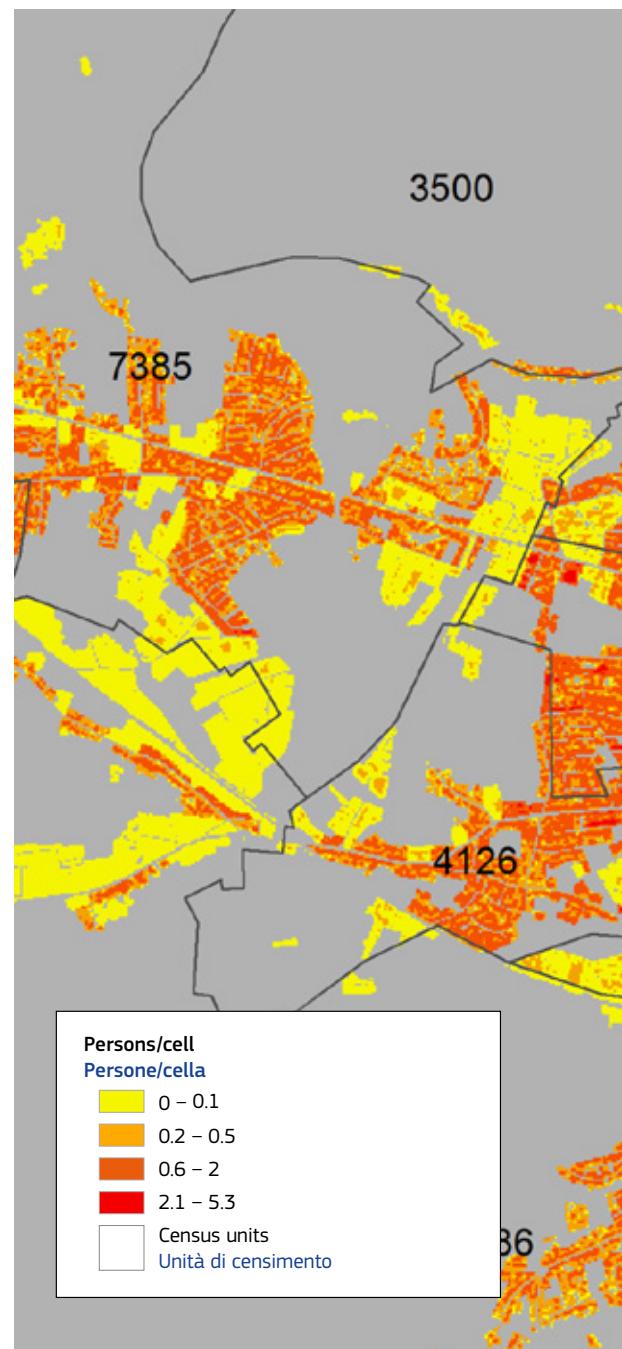
Did you know...

To produce a global settlement layer it takes approximately 200 days on a single computer to process a global data set from the Landsat satellite archive. With a high performance computer cluster used at the JRC it takes approximately 3 days.

Sapevi che...

Un computer da solo richiede 200 giorni di processamento per elaborare la mappa degli insediamenti partendo dai dati del satellite Landsat. Gli stessi dati vengono processati dall'“high performance cluster” su cui si basa l'infrastruttura GHSL in soli 3 giorni.

▼ GHSL-based residential population density of Luxembourg, in 2011
Densità della popolazione residenziale di Lussemburgo basata sul GHSL nel 2011

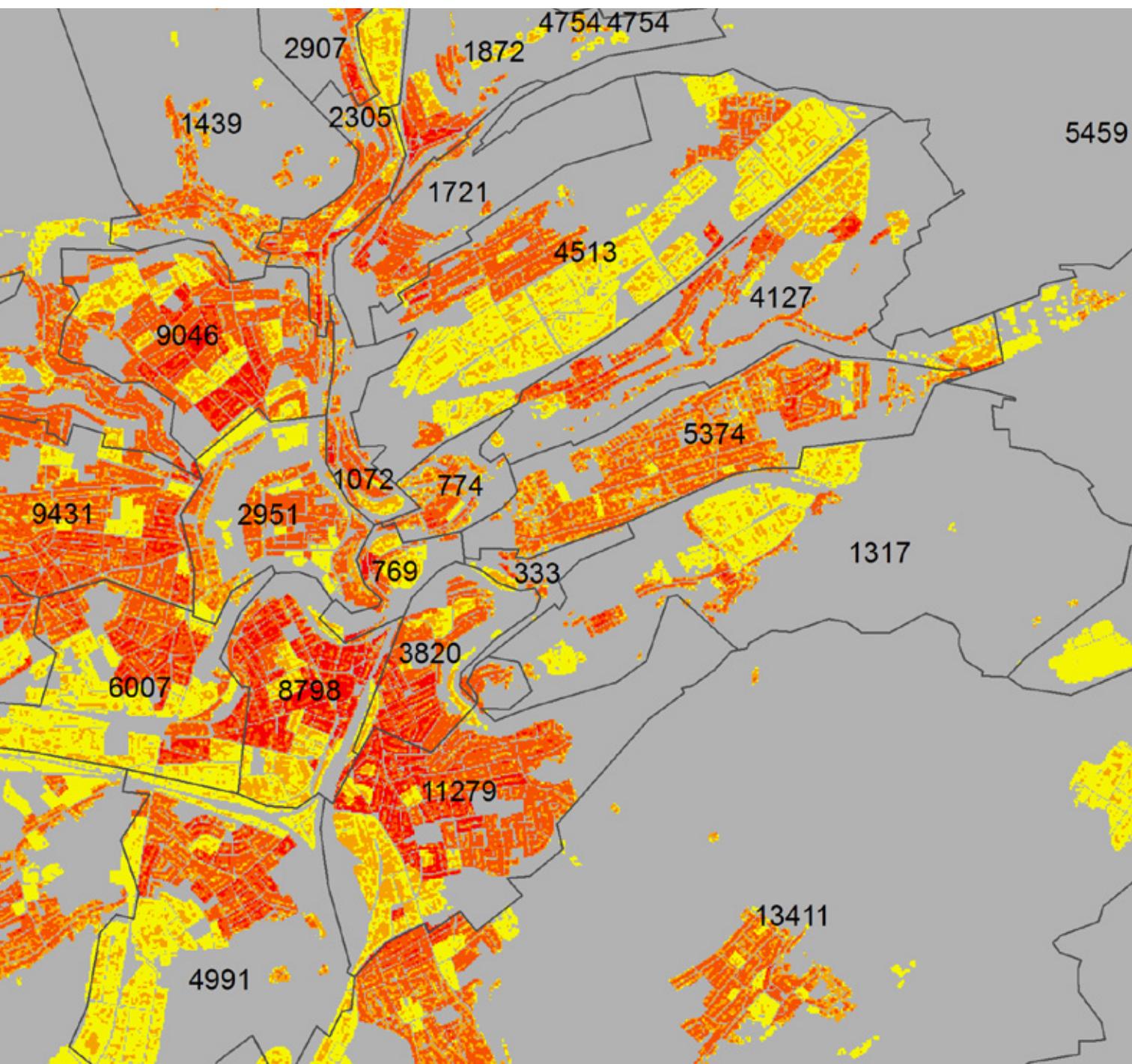


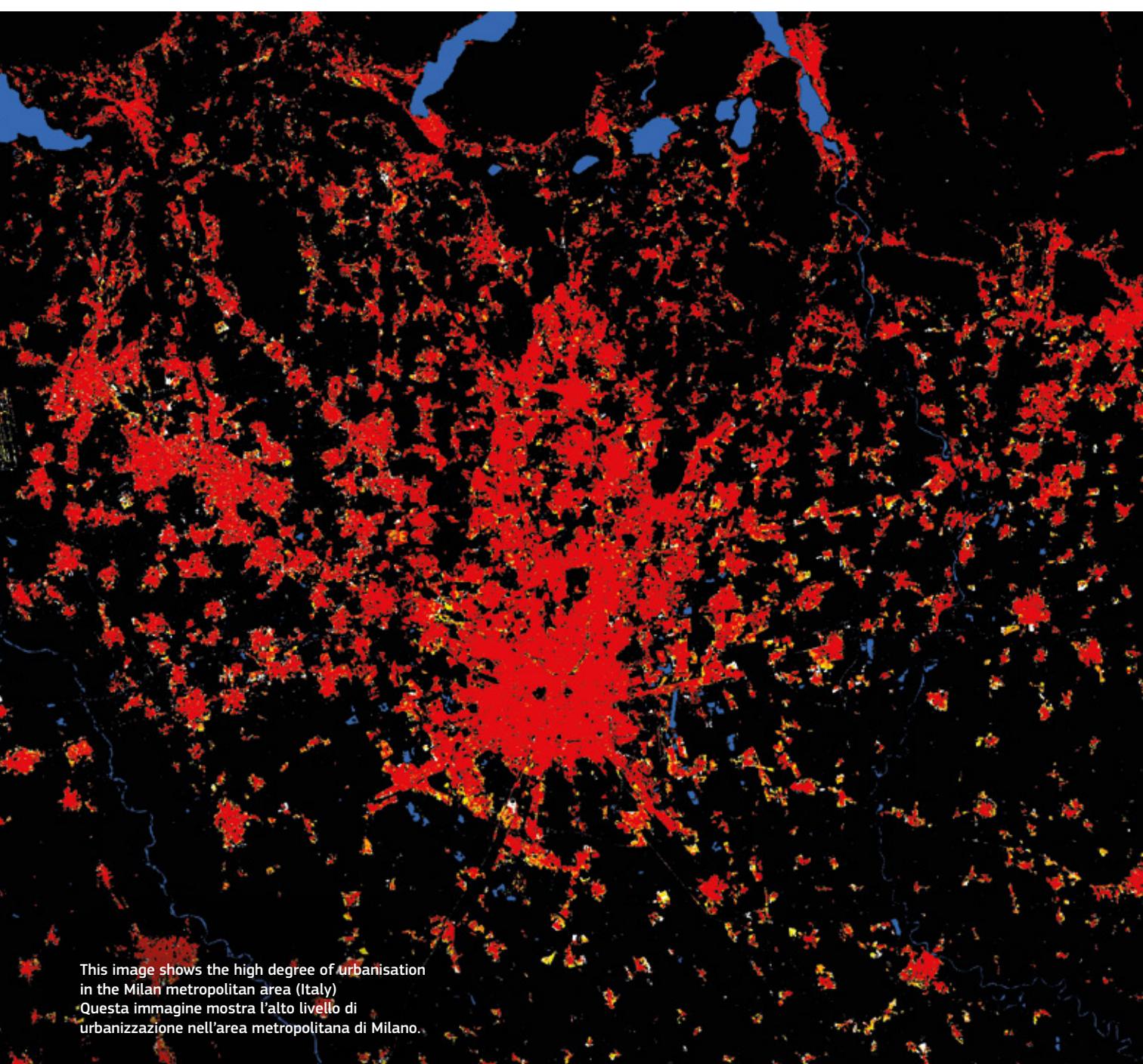
Modellare la distribuzione della popolazione

Avere informazioni dettagliate sulla distribuzione della popolazione è essenziale in molti settori. Ad esempio, nell'ambito della gestione dei disastri, questi dati sono cruciali per stimare l'esposizione umana a pericoli presenti o potenziali. Queste informazioni vengono utilizzate anche per l'analisi e la mitigazione del rischio, nonché per le attività di preparazione e di risposta ai disastri.

I dati derivati dal GHSL, come la densità di costruzioni, vengono usati per produrre mappe con una rilevazione più accurata della distribuzione e della densità della popolazione nello spazio e nel tempo.

I dati del GHSL possono essere usati anche per raffinare i censimenti delle popolazioni. Ad esempio, questa mappa illustra come il conteggio ufficiale della popolazione per unità di censimento è stato trasformato in densità di popolazione in aree residenziali. I dati rappresentano il numero stimato di residenti per cella di 100 m². La densità di popolazione residenziale è stata prodotta combinando la densità del costruito derivata dal GHSL con i dati sull'uso del territorio, per aumentare il dettaglio spaziale delle statistiche ufficiali derivate dal censimento del 2011.





This image shows the high degree of urbanisation in the Milan metropolitan area (Italy)
Questa immagine mostra l'alto livello di urbanizzazione nell'area metropolitana di Milano.

Did you know...

Most disasters that could happen have not happened yet. Future expected annual losses are estimated to amount to about 290 billion euros in the built environment alone. This is the amount that countries should set aside each year to cover future disaster losses. (GAR, Global Assessment Report 2015, United Nations)

Sapevi che...

La maggior parte dei disastri che potrebbero avvenire non sono ancora successi. Ci si aspetta che le perdite annuali ammonteranno a circa 290 miliardi di euro solo per quanto riguarda le costruzioni. Questo è l'ammontare che ogni paese dovrebbe mettere da parte ogni anno per coprire le perdite da futuri disastri. (GAR, Global Assessment Report 2015, United Nations)

Disaster risk and human settlements

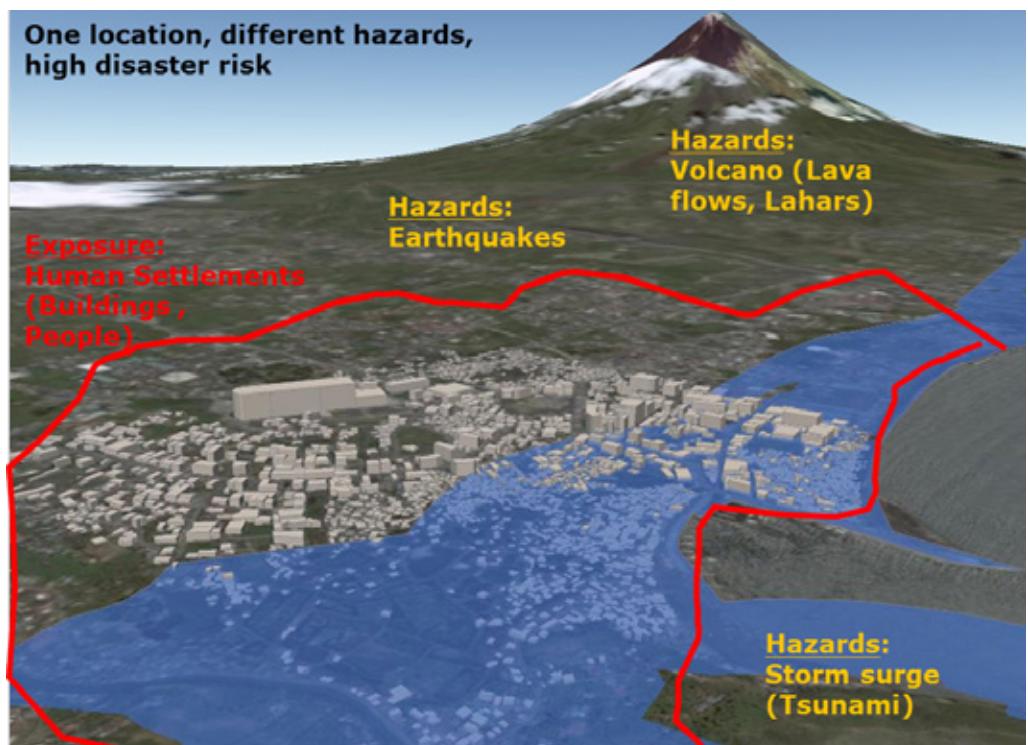
The risk for disasters is assessed by taking into account two elements: hazards - the natural event that causes damage; and exposure - the elements of society that can be harmed by hazards.

Floods, earthquakes and volcano eruptions are among the most damaging hazards today. Exposure can be quantified by measuring, mapping and monitoring the spatial location of human settlements and their population. Settlement information needs to be precise because disasters occur in specific locations.

Based on the analysis of satellite images, the JRC has produced fine scale global human settlement information that will be regularly updated to account for the rapid growth of settlements due to urbanisation. Settlement maps are used by both disaster risk management practitioners and policy makers to identify areas at high risk of disasters and to quantify the exposed elements. This information also helps monitor progress of international initiatives for disaster risk reduction.

This image shows a hypothetical area very prone to disasters. The mountain represents an active volcano with frequent eruptions and mudflows. This area is located in a seismic zone and is at risk of sea level surge from tropical cyclones and tsunamis following earthquakes. All three hazards may impact on the settlements and cause physical damage to both buildings and people.

Questa immagine mostra un'ipotetica area ad alto rischio di disastri. La montagna rappresenta un vulcano attivo con eruzioni frequenti e colate di lava. L'area è situata in una zona sismica ed è anche a rischio di inondazioni a seguito di tifoni tropicali e di tsunami causati da terremoti. Tutti e tre questi pericoli possono avere un impatto sugli insediamenti e causare danni fisici sia agli edifici sia alle persone.



Il rischio di disastri e gli insediamenti umani

Quando valutiamo il rischio di disastri, prendiamo in considerazione due elementi: il pericolo, cioè l'evento naturale che causa dei danni, e l'esposizione, cioè gli elementi della società che possono essere danneggiati da questi eventi.

Oggi, le inondazioni, i terremoti e le eruzioni vulcaniche sono tra i pericoli che possono causare i maggiori danni. L'esposizione può essere quantificata misurando, mappando e monitorando la localizzazione nello spazio degli insediamenti umani e la loro popolazione. Le informazioni sugli insediamenti devono essere precise perché i disastri avvengono in luoghi precisi.

Analizzando le immagini satellitari, il JRC ha prodotto dettagliate informazioni sugli insediamenti umani in tutto il mondo. Tali informazioni saranno regolarmente aggiornate per tenere conto della rapida crescita degli insediamenti dovuta all'urbanizzazione. Le mappe degli insediamenti sono usate sia dagli operatori che gestiscono le emergenze, sia dai decisori politici per identificare le aree ad alto rischio di disastri e per quantificare gli elementi esposti al pericolo. Queste informazioni sono utili anche per monitorare i risultati delle iniziative internazionali per la riduzione del rischio di disastri.

Urban and regional planning

In 2014 the JRC produced the European Settlement Map (ESM) based on GHSL technology. This map reports on the location and surface area of buildings across urban and rural agglomerations in Europe, providing the first comprehensive overview of all built-up areas in Europe.

European settlement maps derived from satellite images are used as an objective and harmonised reference. This facilitates comparative and temporal analysis of the urban fabric, independent of national and regional disparities. Evaluating planning practices, monitoring urban growth, and assessing economic and energy efficiency of the built-up areas requires fine-scale quantitative information about buildings – which is exactly what the European Settlement Map provides.

The ESM can help locate public services, such as hospitals, schools, transport infrastructures and urban green areas based on where people live. Data about the location and area of green urban spaces helps quantify the effect of the natural environment on climatic change in cities and its effect on citizens' health. Classifying the different rural and urban typologies in Europe can help develop targeted spatial planning principles to support different development needs.

European Settlement Map: built-up area, urban green [»](#)
and open spaces mapped across Athens

Area represented: 37.78 km²

Area covered by buildings: 16.44 km²

Estimated population: 571,382 people

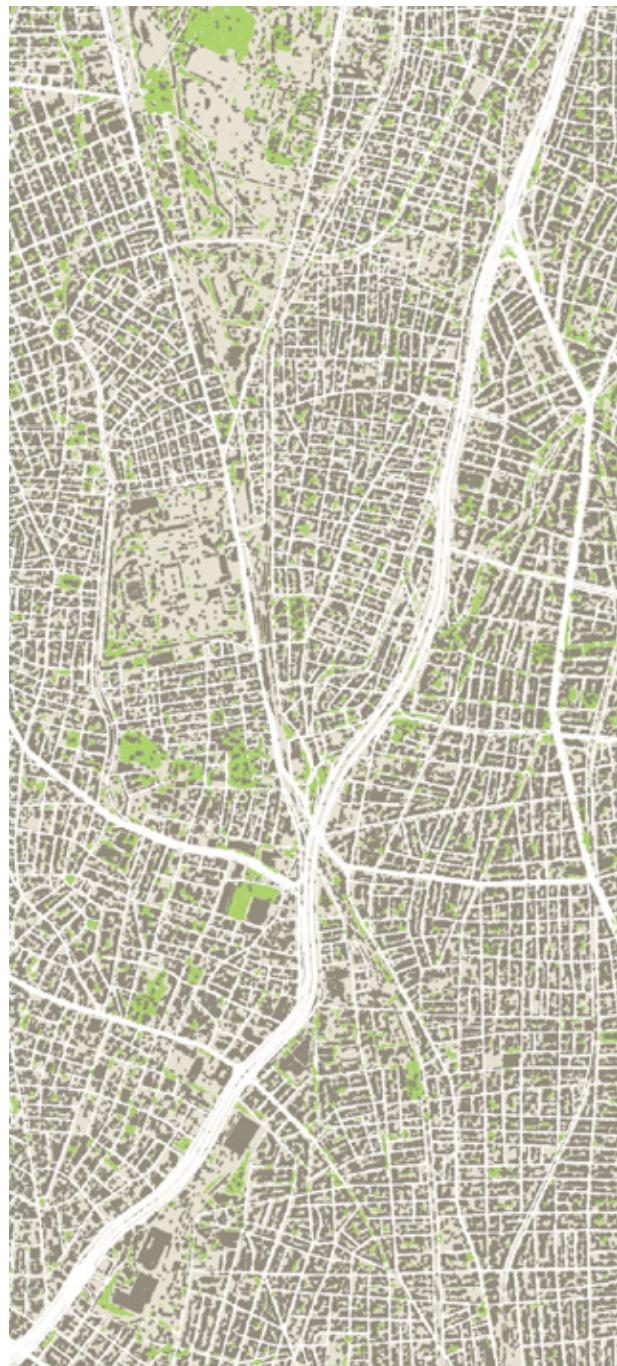
Mappa Europea degli Insediamenti:

aree costruite, verde urbano e spazi aperti ad Atene

Area rappresentata: 37,78 km²

Area coperta da edifici: 16,44 km²

Popolazione stimata: 571.382 persone



Pianificazione urbana e regionale

Nel 2014 il JRC ha pubblicato la Mappa Europea degli Insediamenti (ESM), basandosi sul Global Human Settlement Layer (GHSL). Questa mappa riporta la localizzazione e la superficie degli edifici in tutti gli agglomerati urbani e rurali in Europa, fornendo per la prima volta una visione esaustiva di tutte le aree edificate in Europa.

I dati sugli insediamenti europei derivati dalle immagini satellitari sono un punto di riferimento obiettivo e armonico. Ciò facilita l'analisi comparativa e temporale del tessuto urbano, indipendentemente dalle disparità nazionali o regionali. Per valutare le modalità di pianificazione, monitorare la crescita urbana e stimare l'efficienza economica ed energetica dell'ambiente costruito,

abbiamo bisogno di avere informazioni dettagliate sugli edifici - e questo è proprio quello che fornisce la Mappa Europea degli Insediamenti.

Inoltre questa mappa, fornendo informazioni su dove vivono le persone, può essere utile per localizzare i servizi pubblici, come gli ospedali, le scuole, i trasporti, le aree verdi urbane. I dati sulla localizzazione e sulla superficie destinata al verde urbano aiutano a quantificare l'effetto dell'ambiente naturale sul cambiamento climatico nelle città e anche sulla salute dei cittadini. Classificare le diverse tipologie urbane e rurali in Europa può aiutare a sviluppare principi mirati per la pianificazione territoriale a supporto delle diverse esigenze di sviluppo.



Poverty mapping

Global Human Settlement Layers (GHSL) can be combined with other sources of information to generate new information. For example, the presence of settlements (derived from GHSL) and the presence of nightlights (derived from dedicated satellites) can be combined to derive an indicator of poverty. If a settlement is illuminated during night it can be assumed that there is a sufficient level of wealth to sustain the illumination. On the contrary, settlements without illumination may indicate a lower level of wealth.

By combining data from the GHSL and nightlights it is possible to monitor a region (or the entire globe) much more frequently than with information derived from statistical census data.

This image shows the illumination at night in south Africa using both GHSL data and nightlights data from satellite images. Yellow areas show low density urban areas, while red areas show high populated urban areas (source: GHSL). The nightlight image shows the intensity of light. The industrialized metropolitan areas of South Africa (Johannesburg-Pretoria, Durban, Maputo) are illuminated, while in Lesotho and Swaziland (and rural South Africa) only few settlements are illuminated.

Mappare la povertà

Il Global Human Settlement Layer (GHSL) può essere usato in combinazione con altre fonti di informazione per generare nuova informazione. Ad esempio, mettendo insieme informazioni sulla presenza di insediamenti (derivate dal GHSL) e sulla presenza di luci notturne (derivate da satelliti dedicati a questo scopo) possiamo derivare un indicatore della povertà di un paese o di una regione. Se un insediamento è illuminato durante la notte, possiamo presumere che ci sia un sufficiente livello di ricchezza per sostenere l'illuminazione. Al contrario, gli insediamenti senza illuminazione possono indicare un livello di ricchezza più basso.

Combinando dati dal GHSL e dati sull'illuminazione notturna, è possibile monitorare una regione (o il mondo intero) molto più frequentemente che attraverso l'informazione derivata dai dati statistici dei censimenti.

L'immagine mostra l'illuminazione di notte in Sudafrica usando sia i dati GHSL, sia i dati sull'illuminazione notturna da immagini satellitari. Le aree in giallo sono aree urbane a bassa densità, mentre le aree rosse sono aree urbane altamente popolate (fonte: GHSL). L'immagine delle luci notturne mostra l'intensità della luce. Le aree metropolitanate industrializzate del Sudafrica (Johannesburg-Pretoria, Durban, Maputo) sono illuminate, mentre in Lesotho and Swaziland (e nel Sudafrica rurale) solo alcuni insediamenti sono illuminati.

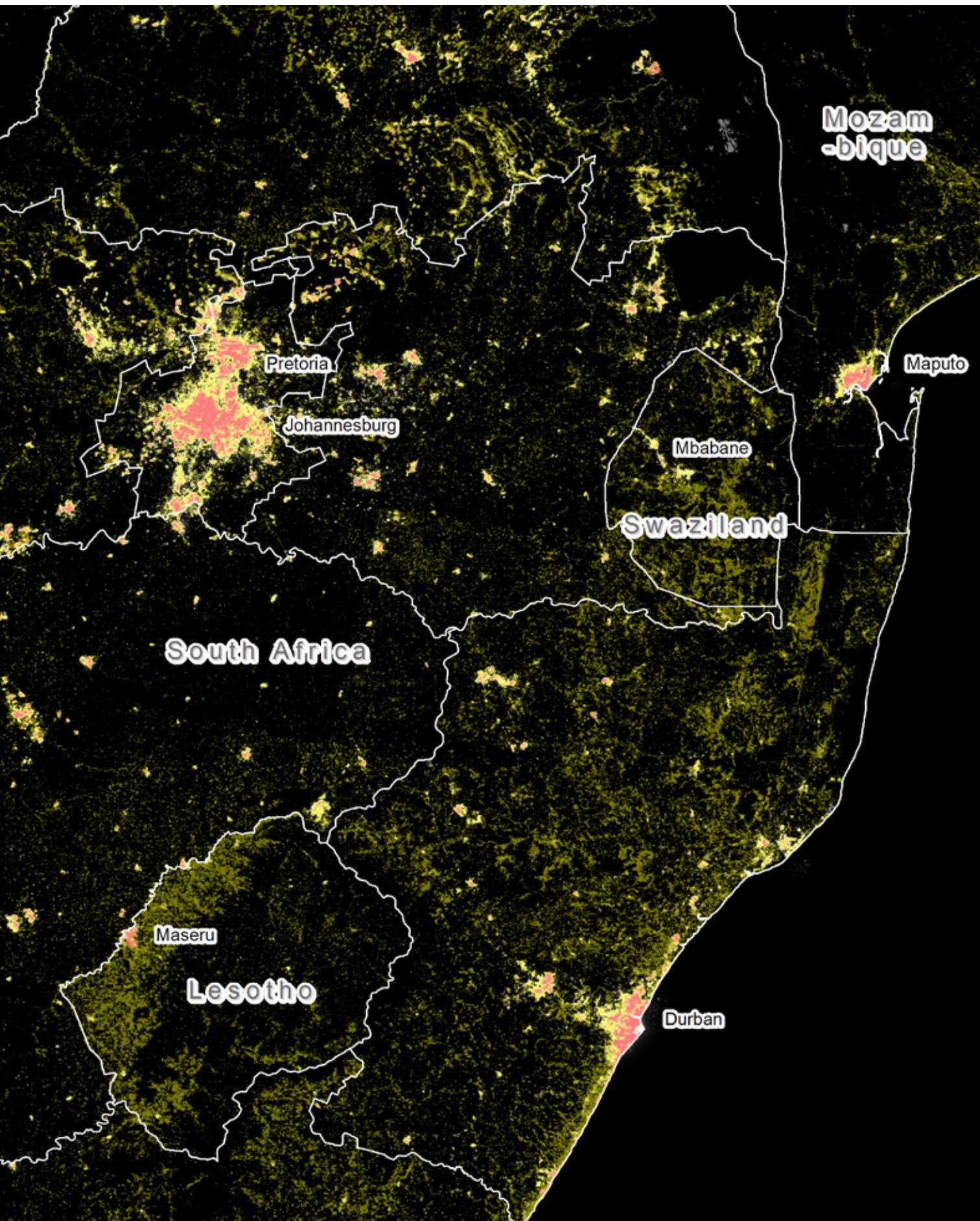
Did you know...

The urban population in the developing world will double by 2030. The implications of this change are staggering. In the next 20 years as many buildings as those built in the past 6,000 years will be built. (Reinhard Goethert, Director, School of Architecture and Planning, MIT)

Illumination at night »
in South Africa
Illuminazione notturna
in Sudafrica

Sapevi che...

La popolazione urbana nei paesi in via di sviluppo raddoppierà entro il 2030. Le implicazioni di questo cambiamento sono sconvolgenti. Nei prossimi 20 anni si costruirà un numero di edifici equivalente a quello costruito nei 6000 anni precedenti (Reinhard Goethert, Director, School of Architecture and Planning, MIT)

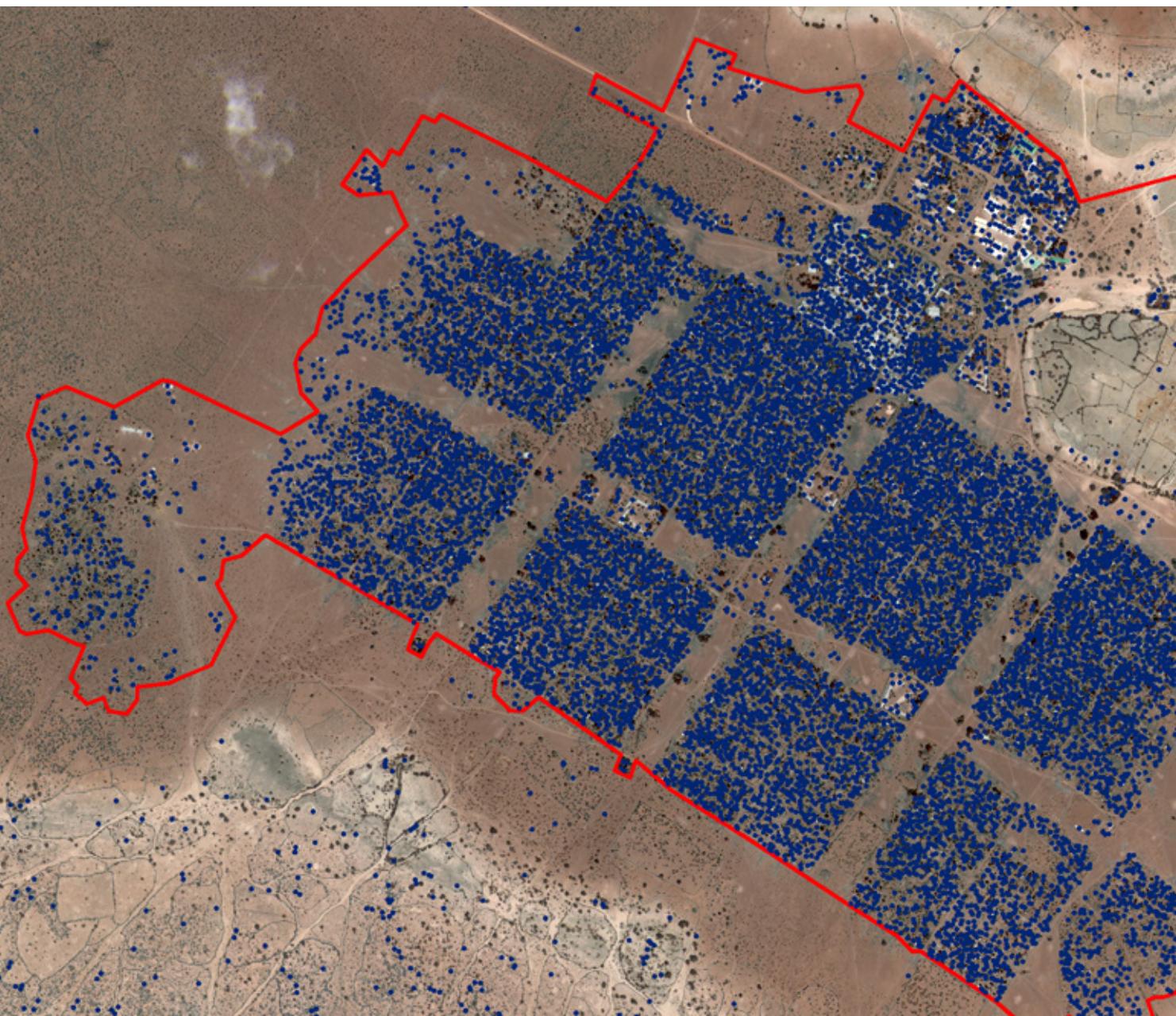


Monitoring refugee camps

In 2013, more than 50 million individuals were forcibly displaced worldwide as a result of persecution, conflict, generalised violence, or human rights violations. Many displaced persons gather in refugee camps. Knowing the size and the number of refugee camps helps in planning and managing efficient relief operation.

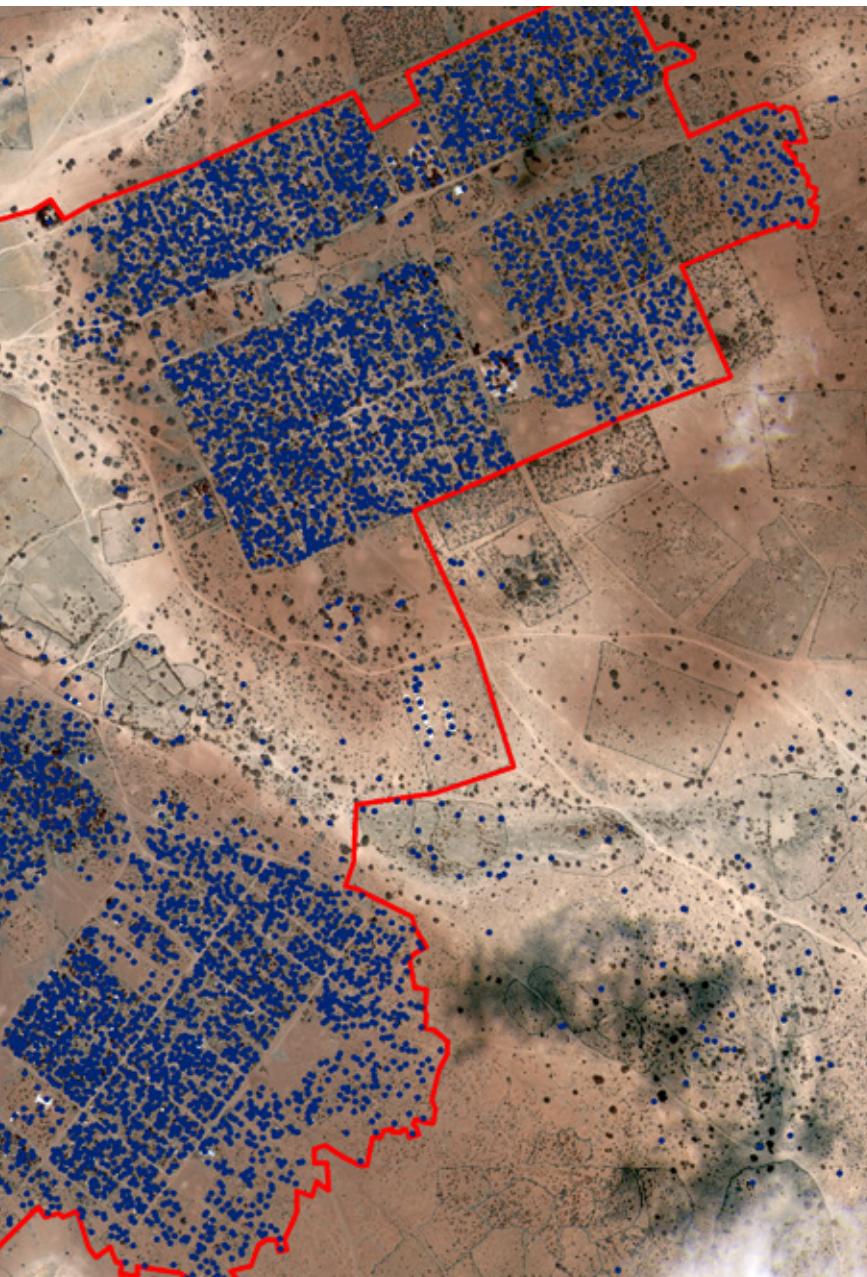
▼ The Hagadera Camp, Dadaab, Kenya.
The blue points represent the dwellings
Il campo Hagadera, Dadaab, Kenya.
I puntini blu rappresentano le abitazioni

The tools developed by the JRC are used to enumerate refugee dwellings from satellite imagery. The number of dwellings can then be combined with field collected data on the average household occupancy, to rapidly estimate the total population in a camp.



The JRC automated mapping methodology was tested already in various situations and proved to be robust and accurate enough to support decision making.

These images show Hagadera Camp, part of the Dadaab camps in Kenya. The Hagadera camp alone hosts more than 100,000 registered Somali refugees. The dwellings (blue points) were automatically detected from satellite images.



Monitorare i campi profughi

Nel 2013 più di 50 milioni di persone al mondo sono state portate forzatamente in luoghi o paesi diversi da quelli di provenienza, a seguito di persecuzioni, guerre, violenze o violazioni dei diritti umani. Molte di queste persone vivono nei così detti campi profughi. Sapere il numero e la grandezza dei campi profughi esistenti è cruciale per pianificare e gestire in modo efficace le operazioni di assistenza.

Gli strumenti sviluppati dal JRC permettono di contare in modo automatico dalle immagini satellitari le abitazioni presenti nei campi profughi. Quindi, con alcune informazioni raccolte in loco sull'occupazione media delle case, è possibile stimare velocemente e monitorare la popolazione totale presente in un campo.

La metodologia sviluppata dal JRC per la mappatura automatica è già stata testata in molte occasioni e si è dimostrata sufficientemente affidabile e precisa per fornire evidenze utili a prendere decisioni.

Queste immagini mostrano il campo Hagadera, che fa parte dei campi Dadaab in Kenya. Il campo Hagadera da solo ospita più di 100.000 rifugiati somali registrati. Le abitazioni (punti blu) sono state individuate automaticamente dalle immagini satellitari.

▼ Zoom into the Hagadera camp (Dadaab, Kenya).
Each point is automatically calculated
Visione ravvicinata del campo Hagadera (Dadaab, Kenya). Ogni punto viene calcolato automaticamente



JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society
Stimulating innovation
Supporting legislation*



JRC Science Hub: ec.europa.eu/jrc



Publications Office

ISBN 978-92-79-56988-3
doi:10.2760/850796