

# LE IMPRONTE DIGITALI

## CORSO DI DIGITAL FORENSICS

RUSSO MIRKO – 1000003459

Anno Accademico 2023



Università  
di Catania

## Table of Contents

<i>Cosa sono le impronte digitali</i> .....	3
<i>Caratteristiche delle impronte digitali</i> .....	4
Classificazione .....	5
Le particolarità di un'impronta digitale .....	7
Utilizzi .....	7
<i>Dattilosкопия Forense</i> .....	8
Rilevazione delle Impronte Digitali .....	9
Rilevamento delle impronte .....	10
Vantaggi della Dattilosкопия Forense .....	11
<i>Impronte Digitali e Sicurezza Biometrica</i> .....	12
Trattamento dei dati biometrici .....	13
<i>Controversie</i> .....	14

## Cosa sono le impronte digitali

Le **impronte digitali** vengono definite come "segno lasciato dai polpastrelli delle dita su una superficie liscia, utilizzato come mezzo di identificazione personale".

Le impronte digitali possono altresì essere definite come la traccia lasciata dai **dermatoglifi** presenti sui polpastrelli delle mani.

I **dermatoglifi** altro non sono che l'insieme delle creste e dei solchi cutanei presenti sui polpastrelli delle mani e che assumono forme differenti da individuo a individuo.

A rigor di precisione, i dermatoglifi sono presenti anche sui palmi delle mani e sulle piante e sulle dita dei piedi. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, sono quelli presenti sui polpastrelli delle mani ad essere impiegati come mezzo di riconoscimento per identificare un individuo e distinguerlo da un altro. Non a caso, si ritiene che la differenziazione morfologica delle impronte digitali sia dovuta in gran parte a fattori ereditari e genetici.



Le impronte digitali sono costituite da due tipi principali di caratteristiche:

1. **Solchi:** Sono le linee più scure e più lunghe che si trovano sulla superficie delle dita. I solchi possono essere rettilinei o curvi e si distinguono per la loro direzione e per come si intersecano con altri solchi.
2. **Creste:** Le creste sono le linee più chiare che separano i solchi. Possono essere semplici, biforcate, triforcate o persino più complesse, e la loro disposizione è altamente individuale.

Le impronte digitali si formano durante lo sviluppo fetale e sono influenzate da una combinazione di fattori genetici e ambientali. Una volta che si sono sviluppate, le impronte digitali rimangono costanti per tutta la vita di una persona, a meno che non siano soggette a danni gravi alla pelle, come ustioni profonde o cicatrici significative.

## Caratteristiche delle impronte digitali

Le impronte digitali possono essere impiegate come mezzo di riconoscimento individuale grazie alle loro interessanti caratteristiche, quali:

1. **Unicità:** Ogni persona ha impronte digitali uniche, anche tra gemelli identici. Questa unicità è dovuta al fatto che le impronte digitali si formano durante lo sviluppo fetale e sono influenzate da fattori genetici e ambientali. Questa caratteristica rende le impronte digitali un metodo di identificazione altamente affidabile. L'unicità, viene ritenuta essere vera sulla base di **risultati empirici**, ma non ne è stata scientificamente dimostrata la validità assoluta. L'unicità di un'impronta digitale è un'ipotesi di lavoro che in senso matematico è difficile, se non impossibile, da provare. La dimostrazione opposta è sicuramente più facile da ottenere in teoria, trovando nella pratica due impronte identiche di due dita diverse. L'uguaglianza di due impronte appartenenti a due persone diverse, dalla loro scoperta ad oggi non è stata mai provata.
2. **Persistenza:** Le impronte digitali sono stabili e persistenti nel tempo. Rimangono costanti durante tutta la vita di una persona e non cambiano a meno che non ci siano gravi lesioni alla pelle, come ustioni profonde.
3. **Ampia disponibilità:** Le impronte digitali sono spesso presenti su oggetti di routine utilizzati dalle persone, come superfici di vetro, plastica o metallo. Questo facilita la raccolta di campioni di impronte digitali da una scena del crimine.
4. **Facilità di raccolta:** La raccolta di impronte digitali è relativamente semplice e non richiede attrezzature costose o complesse. Gli investigatori possono utilizzare polveri speciali, sostanze chimiche o strumenti di rilevamento elettronico per ottenere impronte digitali da superfici.
5. **Identificazione precisa:** Le impronte digitali consentono di effettuare identificazioni molto precise, grazie alla loro unicità. Questo è particolarmente utile in casi in cui ci sono più sospettati o quando è necessario confermare l'identità di una persona in modo inequivocabile.
6. **Utilizzo come prova legale:** Le impronte digitali sono considerate prove legali molto solide e sono ampiamente accettate nei tribunali di tutto il mondo. La loro affidabilità nel collegare un individuo a una scena del crimine è stata confermata innumerevoli volte nel corso degli anni.
7. **Automatizzazione:** Negli ultimi decenni, la tecnologia ha reso più efficiente la raccolta, l'archiviazione e la ricerca delle impronte digitali. I database di impronte digitali nazionali e internazionali consentono agli investigatori di cercare e confrontare rapidamente le impronte digitali con un vasto numero di campioni.

8. **Risoluzione di casi:** Le impronte digitali hanno giocato un ruolo chiave nella risoluzione di numerosi casi di crimine, inclusi omicidi, rapimenti, furti e altri reati. La possibilità di collegare un sospetto a una scena del crimine o a prove fisiche è spesso determinante per la chiusura di un caso.
9. **Classificazione:** I solchi e le creste che compongono le impronte digitali possono assumere conformazioni diverse, dando origine a diversi schemi. Tuttavia, le variazioni possibili sono piuttosto limitate e questo consente di eseguire una classificazione sistematica dei suddetti schemi.

## Classificazione

Come già accennato, le impronte digitali possono essere classificate in funzione degli schemi (limitati) che le creste e i solchi disegnano sui polpastrelli.

Innanzitutto, l'impronta digitale può essere suddivisa in tre diverse aree che presentano linee specifiche:

- **Il sistema basale (fig.1 – zona C),** costituisce il fondamento inferiore della figura dattiloskopica ed è formato da linee orizzontali situate alla base della figura e parallele alla piega articolare interfalangea;
- **Il sistema marginale (fig.1 – zona A),** delimitante le porzioni laterali e superiori della figura, formato da linee a decorso arcuato, che segue la curvatura dell'apice del dito e poi si dispongono in linee longitudinali lungo i margini del dito stesso;
- **Il sistema centrale (fig.1 – zona B),** altrimenti conosciuta come nucleo dell'impronta - che si trova al centro del polpastrello ed è delimitata dalle linee presenti negli altri sistemi.



**Figura 1 Sistemi di linee di un'impronta**

Le linee formate dalle creste presenti sulla superficie dei polpastrelli possono poi assumere diverse conformazioni, dando così origine, sostanzialmente, a quattro diverse figure, denominate nel seguente modo:

- **Adelta;**
- **Monodelta;**
- **Bidelta;**
- **Composta**



Figura 2 Impronta adelta

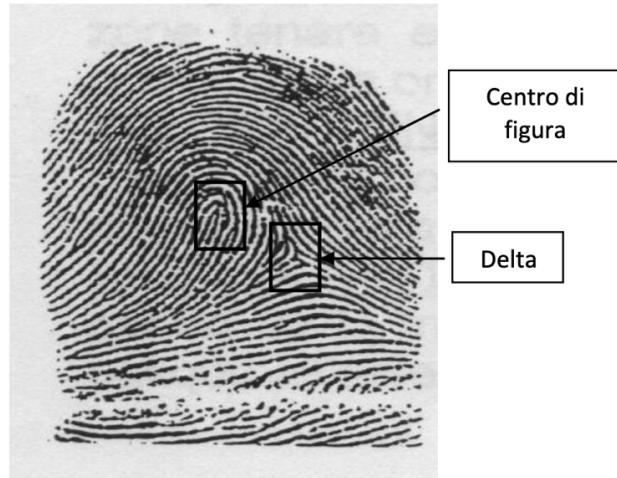


Figura 3 Impronta monodelta

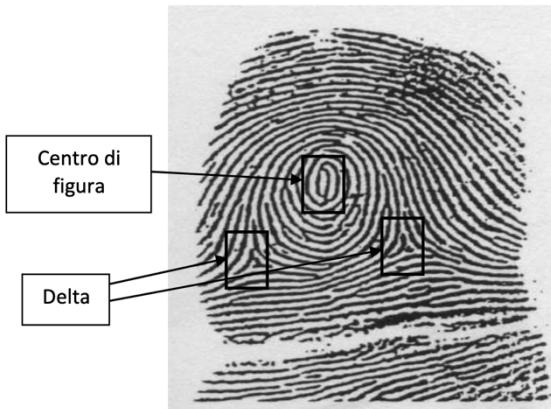


Figura 4 Impronta bidelta

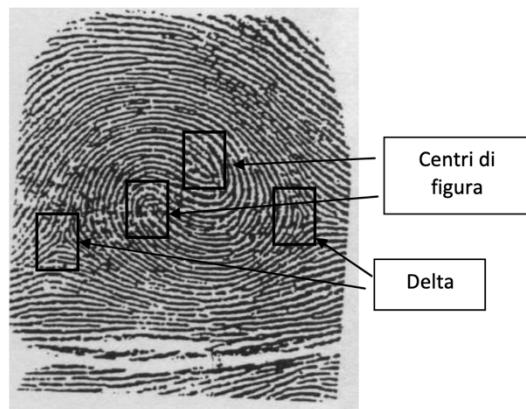


Figura 5 Impronta composta

Nell'impronta **adelta** (fig. 2) si osservano soltanto il sistema basale e quello marginale; l'assenza o la scarsa definizione del sistema centrale fa sì che non s'individui il "delta", mancando il punto di convergenza dei tre sistemi di linee papillari. Le linee formano degli archi che si estendono da un lato all'altro della figura; tale figura è detta anche **ad arco semplice** (**arch** in inglese).

Nell'impronta **monodelta** (fig. 3) si osserva un solo "delta" ed il sistema centrale è costituito da linee che originandosi da un lato del polpastrello, dopo aver assunto uno sviluppo ad ansa, tendono a fuoriuscire dallo stesso lato; è detta anche figura **ad ansa** (**loop** in inglese). L'osservazione del lato da cui le linee si formano e poi escono permette di distinguere le impronte monodelta ad **ansa radiale** (Fig. 6, in inglese **left loop**) e ad **ansa ulnare** (Fig. 7, in inglese **right loop**).

Nell'impronta **bidelta** (fig. 4) si osservano due "delta" ed il sistema centrale è di tipo chiuso, essendo costituito da cerchi, ellissi, spirali e simili (**whorl**, in inglese). Insieme alle figure monodelta, le impronte bidelta sono tra le più comuni.

Nell'impronta **composta** (fig. 5) si osservano ugualmente due "delta" (raramente tre) ma il sistema centrale è composto da due centri di figura indipendenti

Lo studio - che comprende sia il rilievo che l'esame delle impronte digitali - prende il nome di **dattilosopia**.

## Le particolarità di un'impronta digitale

I fasci di linee che costituiscono i dermatoglifi formano nel loro decorso diverse particolarità morfologiche. Come si è detto, alcune di queste particolarità danno luogo ad aree di adiacenza definite delta delle figure, altre formano le porzioni tipiche delle zone interessate dal centro di figura; le confluenze realizzano l'archetipo generale dell'impronta. Un'analisi ancora più approfondita permetterà di cogliere, nel corso dello sviluppo delle singole creste papillari, alcune accidentalità molto particolari dette punti di identità o minuzie o, ancora, particolarità papillari. Queste caratteristiche morfologiche delle impronte papillari sono considerate elementi particolari. La differenza tra i caratteri generali e quelli particolari è notevole: i primi individuano aspetti comuni e universali, i secondi determinano elementi individuali e singolari. Questa suddivisione consente di comprendere meglio quanto le caratteristiche particolari siano discriminanti tra le impronte papillari. Esse forniscono dati interessanti per eseguire una comparazione dattiloskopica. Tra le minuzie più frequenti si osservano per esempio le biforazioni e le terminazioni.



Figura 7 Esempio di minuzie di tipo biforcazione (nel quadrato) o terminazione (nel cerchio)

## Utilizzi

Le impronte digitali **vengono impiegate** soprattutto come **mezzo di riconoscimento** personale ed è ormai noto il loro impiego **per riconoscere e identificare i criminali** da parte delle forze dell'ordine e degli organi di sicurezza.

Tuttavia, le impronte digitali non vengono sfruttate solamente nell'ambito della criminologia, ma possono essere impiegate anche in altri settori, quali:

- **L'antropologia**, per la sistematica etnica;
- **La medicina legale**;
- **La genetica umana**, ad esempio, per effettuare la diagnosi di zigotismo nei gemelli.

Inoltre, in alcuni casi, le impronte digitali possono essere utilizzate in ambito medico per l'individuazione di alcune patologie. Infatti, pare che alcune forme di dermatoglifi possano essere strettamente correlate ad alcune aberrazioni cromosomiche, come quella che caratterizza la sindrome di Down.

## Dattilosкопия Forense

La dattiloscopy forense può essere definita come la **scienza che analizza e interpreta le impronte digitali** di un individuo. Che ad oggi in ambito legale risulta essere un elemento chiave nei procedimenti penali.

Essa parte dall'**analisi delle creste cutanee**. Sulla superficie delle papille sono presenti una serie di ghiandole sudoripare che secernono un liquido che contiene, ad esempio, una serie di sostanze come il cloruro di sodio o acidi grassi volatili che riescono a riprodurre in maniera fedele l'**impronta del polpastrello**, una volta che questo ha toccato una superficie.

Le impronte digitali però non sempre rimangono impresse sull'oggetto in maniera chiara e completa. Questo è il motivo per cui l'analisi si basa sulla **percentuale di corrispondenza** tra i caratteri generali e particolari di un'impronta.

I solchi e le creste presenti sulle dita creano **un motivo unico, uno schema** in cui sono riconoscibili una serie di caratteri generali come gli **anelli**, gli **archi** e le **spirali** insieme a una serie di elementi che potremmo definire secondari ma non per questo meno importanti. Tra questi ricordiamo, ad esempio, gli **uncini**, le **interlinee** o ancora gli **intrecci**.

Gli studi condotti nel corso dei decenni hanno dimostrato come gli schemi creati dall'incontro di questi caratteri creino un **modello che rimane invariato per tutta la vita** di una persona. Pensiamo addirittura che, nel caso di un'ustione severa, la crescita della nuova pelle avverrà esattamente nella cresta esistente, ricalcando quindi l'impronta già impressa nel polpastrello.

**Ma attenzione:** ogni cresta è collegata alla pelle interna tramite le papille. Se queste sporgenze vengono danneggiate, l'impronta digitale verrà distrutta.

### Curiosità:

- Il primo caso di omicidio risolto grazie alle impronte digitali fu risolto nell' 800. Argentina, 1892. Nella piccola cittadina di Necochea, una giovane donna, Francisca, chiama d'urgenza la polizia. I suoi due bambini sono stati brutalmente assassinati. La donna accusa il suo vicino di casa, che però ha un alibi di ferro. La polizia si mette quindi

- sulle tracce del fidanzato, finché una macchia di sangue, con impressa un'impronta digitale, permette di individuare inequivocabilmente l'assassino: è stata proprio Francisca a commettere l'efferato omicidio. Il caso, risolto dall'investigatore Juan Vucetich, ha visto per la prima volta l'utilizzo delle impronte digitali per identificare il colpevole.
- Anni '30, il famoso rapinatore di banche John Dillinger, si bruciò di proposito la punta delle dita con l'acido per non lasciare la sua firma sul luogo del delitto. Peccato che quel poco che rimase bastò a creare una corrispondenza con le impronte conservate nell'archivio della polizia di Chicago.

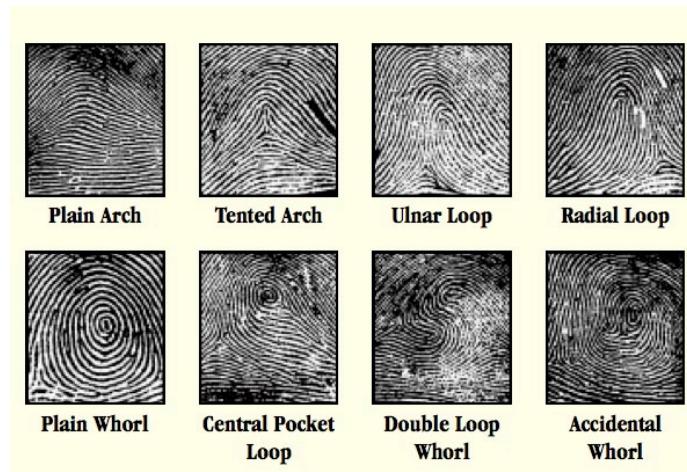
## Rilevazione delle Impronte Digitali

La dattiloscopia forense, prima dell'avvento della scansione digitale, si svolgeva utilizzando due strumenti semplicissimi ovvero carta e inchiostro. Oggi invece sono gli **scanner digitali** a rilevare l'impronta. La persona appoggia il dito sulla superficie di un lettore ottico e lo tiene fermo per alcuni secondi. Sarà poi il lettore a **convertire le informazioni ricevute** in un modello di dati digitali.

Le **impronte lasciate su una scena del crimine** possono essere visibili, create quindi dal sangue o dallo sporco, modellate, oppure latenti. Nel terzo caso il sudore e le sostanze oleose presenti sulla cute umana riproducono la struttura a cresta delle impronte digitali su una superficie, pensiamo ad esempio all'arma di un delitto. Questo tipo di impronte **non sono visibili a occhio nudo** ma hanno bisogno di essere rilevate tramite l'utilizzo di **laser, polveri speciali o altre fonti di luce**.

A livello globale, lo **schema di creste-valli** esibisce una o più regioni caratterizzate da una forma particolare, che vengono definite *"regioni singolari"*. La presenza di tali regioni determina la classificazione dell'intera impronta in una delle **cinque classi** definite da Sir **Edward Henry**:

1. **Right Loop** (rilevabile con una frequenza del 31,7%),
2. **Left Loop** (33,8%),
3. **Arch** (3,7%),
4. **Tented Arch** (2,9%),
5. **Whorl** (27,97%).



A livello locale, invece, le discontinuità delle creste vengono chiamate **minuzie**, o “**dettagli di Galton**”, in onore del primo studioso che ne approfondì lo studio e ne accertò la persistenza. Esse possono essere fatte corrispondere semplicisticamente alle terminazioni o alle biforcazioni delle creste, anche se in dettaglio la loro forma può essere descritta in modo più preciso: esistono ad esempio minuzie a forma di punto, uncino e biforcazione multipla.

Ce ne sono **sette tipi** diversi:

- **Arco:** le linee vanno come le onde da un lato all’altro.
- **Arco a tenda:** come l’arco, ma con un bastone crescente nel mezzo.
- **Cappio:** le linee partono da un lato e rientrano nel mezzo dello stesso lato.
- **Doppio cappio:** come il cappio, ma con due cappi interni che vanno in direzioni opposte.
- **Occhio di Pavone:** come il cappio ma con un piccolo cerchio nel punto di svolta.
- **Spirale:** le linee formano una spirale.
- **Misto:** composto con varie figure.

## Rilevamento delle impronte

Come già detto esistono **tre tipi di impronte digitali: visibili, modellate e latenti**. Le prime sono dovute al contatto di **mani sporche su superfici pulite**, o di mani pulite su superfici sporche o solo impolverate: le linee papillari asportano (o lasciano) lo sporco o la polvere, l’impronta rimane chiara sulla superficie e non resta che fotografarla per confrontarla con quelle già in archivio (ottenute per inchiostrazione delle dieci dita e delle palme e pressione su carta). **Le impronte modellate** o per spostamento sono dovute al contatto delle mani con sostanze malleabili, come cera, colla, pece e anch’esse possono essere fotografate. Diverso è il caso di quelle **latenti**, cioè nascoste, invisibili. Queste si producono solo perché i pori della pelle emettono una sostanza, costituita da acqua, materiale sebaceo, acidi, calcio, fosfati e la loro qualità dipende dalle condizioni psicofisiche dell’individuo (sudorazione), dalle condizioni atmosferiche e ambientali e dalla superficie (le migliori sono quelle levigate come vetro, ceramica, metalli verniciati, mobili).

**Il rilevamento delle impronte** è un'operazione comunemente effettuata nel corso di indagini di polizia. Può avvenire in **modo diretto** su individui in stato di fermo, ai quali si fanno imprimere su carta le impronte dei polpastrelli macchiati di inchiostro; oppure in **modo indiretto**, per rilevarle si deve creare un contrasto tra le linee digitali e la superficie attraverso particolari procedure che permettono di rendere visibili le impronte presenti nel luogo in cui è stato commesso un crimine.



In questo caso, una delle procedure più usate consiste nell'applicare sulle superfici dure e non assorbenti una **polvere**: a base di **alluminio**, di **carbone** o di **sostanze fluorescenti**, capace di aderire alle tracce di sebo eventualmente presenti e, quindi, di evidenziare le impronte. Per superfici porose o nel caso di tessuti, risultano più indicati **trattamenti chimici** a base di **ninidrina** e **vapore di iodio**.

**Le impronte**, fotografate in scala 1:1 e archiviate, possono essere **confrontate** con quelle di individui sospettati, in modo da poterne escludere o confermare un possibile coinvolgimento nel reato. Tale operazione si avvale di sistemi computerizzati **AFIS** che permettono l'archiviazione di un gran numero di dati e la rapida effettuazione dei confronti. La condizione di **assenza di impronte digitali** in medicina prende il nome di **Adermatoglia**

Fonte: <https://www.scenacriminis.com/scienze-forensi/rilevazione-impronte-digitali-sulla-scena-del-crime>

## Vantaggi della Dattilosкопия Forense

I vantaggi di questa **importante tecnica biometrica** sono numerosi:

- è precisa e affidabile
- è economica
- può essere ottenuta facilmente
- permette una rapida identificazione senza ricorrere alla prova del DNA
- è necessaria per risalire all'identità di una persona in qualsiasi circostanza (pensiamo ad

esempio all'identificazione delle vittime di un disastro)

- consente di accedere a un database internazionale.

L'uso delle impronte digitali nell'**identificazione dei criminali** è la tecnica più frequentemente applicata nella scienza forense. È stato stimato che la corrispondenza delle impronte digitali nelle indagini penali è presentata nei tribunali anglosassoni cinque volte più spesso rispetto alla corrispondenza del DNA.



## Impronte Digitali e Sicurezza Biometrica

Con l'avvento e l'evoluzione della tecnologia, ad oggi risulta di grande importanza l'utilizzo delle impronte digitali per garantire la sicurezza delle informazioni personali all'interno dei dispositivi tech che ci accompagnano nella quotidianità, quali smartphone, computer e wearable. Le impronte digitali sono ampiamente utilizzate poiché costituiscono una delle forme di sicurezza biometrica più affidabile, grazie alla loro unicità e alla difficoltà di replicazione da parte di individui non autorizzati.

Ecco dove vengono utilizzate:

- **Sblocco di dispositivi:** Molte persone utilizzano le impronte digitali per sbloccare i loro dispositivi elettronici, come smartphone e tablet. Questa tecnologia è diventata popolare perché è conveniente ed estremamente sicura, poiché le impronte digitali sono difficili da duplicare.
- **Accesso fisico:** Le impronte digitali sono utilizzate per il controllo degli accessi fisici a edifici, stanze e aree sensibili. I lettori di impronte digitali possono essere installati su serrature, porte e sistemi di sicurezza per garantire che solo le persone autorizzate possano accedere a determinati luoghi.
- **Pagamenti e transazioni:** Le impronte digitali vengono utilizzate per autorizzare pagamenti e transazioni finanziarie, aggiungendo un ulteriore livello di sicurezza alle transazioni online o in negozio. Questa forma di autenticazione è spesso utilizzata in combinazione con altre misure di sicurezza.

- **Controllo dell'identità:** Le impronte digitali sono utilizzate per verificare l'identità delle persone in vari contesti, come l'emissione di passaporti, il ritiro di documenti importanti o il riconoscimento di criminali noti attraverso database di impronte digitali.
- **Sicurezza informatica:** Le impronte digitali possono essere utilizzate per l'accesso a computer e reti aziendali, proteggendo i dati aziendali e personali da accessi non autorizzati. Questa forma di autenticazione biometrica è spesso considerata più sicura rispetto alle password tradizionali, che possono essere soggette a furto o hacking.
- **Prevenzione dell'identità falsificata:** Le impronte digitali sono difficili da falsificare, il che le rende un efficace strumento di prevenzione dell'identità falsificata in vari contesti, come l'emissione di documenti di identità ufficiali.
- **Privacy e protezione dei dati:** L'uso delle impronte digitali come misura di sicurezza solleva anche questioni sulla privacy e la protezione dei dati personali. Le organizzazioni e le aziende che raccolgono e archiviano dati biometrici, come le impronte digitali, devono adottare misure rigorose per proteggere tali informazioni da accessi non autorizzati.



### Trattamento dei dati biometrici

L'articolo 4, punto 14, del **Regolamento Generale sulla protezione dei dati** definisce «**dati biometrici**» i dati personali ottenuti da un trattamento tecnico specifico relativi alle caratteristiche fisiche, fisiologiche o comportamentali di una persona fisica che ne consentono o confermano l'identificazione univoca, quali l'immagine facciale o i dati dattiloskopici. L'articolo 9, comma 1, del Regolamento stabilisce che, di norma, è vietato trattare dati biometrici intesi a identificare in modo univoco una persona fisica.

## Controversie

Un articolo dell' 11 ottobre 2017, a cura di Camilla Cupelli, cita varie controversie riguardo l'unicità delle impronte digitali. Di seguito viene riportato uno spezzone dell'estratto.

Secondo un rapporto redatto dagli esperti di scienze forense dell'Associazione americana per l'avanzamento delle scienze (Aaas), infatti, non esistono evidenze scientifiche sufficienti per poter affermare che le impronte digitali siano diverse per ognuno.

Nel documento si legge che le tecniche per analizzare le impronte digitali "latenti" lasciate dai polpastrelli, non rivelano un metodo univoco per associare un corredo di impronte a una persona e non ci sono dati sufficienti per sapere quante persone possono disporre di impronte simili tra loro. Crolla così il mito dell'identificazione certa degli individui tramite le impronte digitali.

Il professore di statistica Joseph Kadane, che ha partecipato alla stesura del rapporto, segnala: «L'analisi delle impronte digitali è uno dei metodi forensi più utilizzati per l'identificazione». Secondo lui «non esiste un metodo scientifico per stimare il numero di persone che condividono le caratteristiche di una impronta digitale e inoltre non si può escludere l'errore umano durante il confronto». Di conseguenza, non è possibile associare le impronte a un unico individuo « con una precisione del 100%». Qualche mese fa aveva già dichiarato che le impronte digitali «non sono così infallibili come gli show e i giudici in Tv farebbero credere».

Fonte: LA STAMPA – ARTICOLO A CURA DI CAMILLA CUPELLI 11/10/2017