

Il fattore qualità nei progetti di digitalizzazione del patrimonio culturale: le linee guida FADGI, Metamorfoze e lo standard ISO 19264-1

«DigItalia» 1-2023
DOI: 10.36181/digitalia-00061

Stefano Allegrezza
Università degli Studi di Bologna

L'aspetto della qualità nei progetti di digitalizzazione è stato e continua ad essere trascurato, con conseguenze non marginali anche in termini economici. Nelle gare d'appalto per l'esternalizzazione dei servizi di digitalizzazione, di solito si fa riferimento ad alcuni requisiti per garantire la qualità delle immagini che verranno prodotte, come la risoluzione o la profondità di colore, ma non vengono quasi mai specificati requisiti oggettivi e misurabili, lasciando così la porta aperta alla libera interpretazione del concetto di "qualità dell'immagine". Per questo motivo, si sono verificati casi di progetti di digitalizzazione pagati con fondi pubblici e realizzati con apparecchiature inadatte e di bassa qualità, e quindi con risultati scadenti e la necessità di dover ripetere l'intervento. Questo dimostra l'importanza di disporre di criteri misurabili per la qualità delle immagini. A tale scopo sono state proposte negli anni diverse norme e best practice, come le linee guida FADGI e Metamorfoze, e, in tempi più recenti, lo standard ISO 19264-1 che mira ad armonizzare i diversi approcci e sviluppare dei criteri uniformi per la valutazione della qualità delle immagini acquisite nei progetti di digitalizzazione del patrimonio culturale. Il contributo vuole fornire una riflessione su questi temi sottolineandone l'importanza soprattutto in relazione ai numerosi progetti di digitalizzazione in corso in questi anni.

1. Introduzione

L'aspetto della qualità nei progetti di digitalizzazione è stato e continua ad essere colpevolmente trascurato, con conseguenze non marginali sotto diversi profili, compreso quello economico¹. Infatti, si sono verificati dei casi di interventi di digitalizzazione, effettuati con scanner o con fotocamere digitali, che sono stati eseguiti utilizzando apparecchiature non idonee, non correttamente

¹ Il tema era già stato affrontato da un punto di vista prettamente tecnico in un articolo, pubblicato nel 2006 su *DigItalia*, che aveva esaminato le principali cause che influenzano la qualità delle immagini generate in un progetto di digitalizzazione. Cfr. Franco Lotti, *La qualità delle immagini nei progetti di digitalizzazione*, «DigItalia. Rivista del digitale nei beni culturali», 1 (2006), n. 2, p. 22-37, <<https://digitalia.cultura.gov.it/article/view/300>>.

calibrate o di bassa qualità, con risultati non ottimali e con la necessità, a volte, di ripetere l'intervento raddoppiando i costi. Questo succede anche perché capita spesso che nelle gare per l'affidamento in outsourcing del servizio di digitalizzazione, al fine di assicurare la qualità delle immagini che verranno prodotte, si faccia riferimento a parametri non oggettivi e misurabili – come la risoluzione di acquisizione (300 dpi, 600 dpi ecc.)²; la modalità di colore (bianco/nero, scala di grigi, colori ecc.); la profondità di colore (24 bit, 36 bit, 48 bit ecc.); i formati elettronici delle immagini master e di quelle derivate (tiff, jpg, pdf, pdf/a ecc.); le dimensioni dei file immagine (in termini di MB, GB ecc.), e così via³. Purtroppo, questo lascia la porta aperta alla libera interpretazione del concetto di "qualità dell'immagine". Ad esempio, se si considerano le tipiche specifiche che si trovano in numerosi bandi per l'affidamento del servizio di digitalizzazione (risoluzione: 600 dpi; modalità di colore: colori; profondità di colore: 24 bits RGB; formati elettronici: TIFF per le immagini master, JPEG per le immagini derivate) possiamo osservare come queste possano essere soddisfatte sia utilizzando uno scanner planetario di altissima qualità ed estremamente costoso, sia utilizzando uno smartphone semplice ed economico, ma la cui qualità è evidentemente molto inferiore⁴.

Ad esempio, si considerino le due immagini in Figura 1: entrambe sono a colori 24 bit RGB, ma la riproduzione dei colori è completamente diversa, come si può ben osservare.

² In realtà, l'unità di misura che si dovrebbe utilizzare per definire la *risoluzione di acquisizione* è l'"spi" (samples per inch), che rappresenta il numero di campioni per pollice presenti in una acquisizione digitale (ad esempio: una scansione a 300 spi). Tuttavia, all'atto pratico al suo posto si utilizza comunemente il "dpi" (dots per inch) che indica la *risoluzione di stampa* e rappresenta il numero di punti per pollice presenti in una stampa (ad esempio, una stampa a 150 dpi, 300 dpi, 600 dpi ecc.). Infine, il "ppi" (pixel per inch) è l'unità di misura che si utilizza per specificare la *risoluzione di un dispositivo di visualizzazione* e rappresenta il numero di pixel per pollice presenti, ad esempio, nel monitor di un computer. In realtà oggi si tende a non fare più una distinzione così netta e ad utilizzare le unità di misura dpi e ppi in maniera quasi intercambiabile (anche se ciò avviene a scapito della chiarezza).

³ Una analisi dei bandi relativi a progetti di digitalizzazione pubblicati negli ultimi anni, ad esempio quelli disponibili sul MEPA (Mercato Elettronico della Pubblica Amministrazione), consente di verificare quanto sopra. In alcuni casi non vengono neanche fornite indicazioni sui parametri di acquisizione, lasciando all'aggiudicatario il compito di decidere a quali standard di qualità attenersi.

⁴ Purtroppo, questo è esattamente ciò che è accaduto qualche anno fa in un intervento di digitalizzazione di un fondo archivistico che si è tenuto presso un istituto di conservazione italiano. Nel bando di gara per l'aggiudicazione del servizio erano stati specificati come requisiti solamente la risoluzione di acquisizione, la modalità di colore, la profondità di colore, i formati elettronici da produrre. L'aggiudicatario della gara ha digitalizzato i documenti d'archivio utilizzando dei comuni smartphone; ovviamente la qualità finale delle immagini acquisite non è risultata soddisfacente. Purtroppo le lamentele del committente non hanno sortito alcun risultato; infatti, l'azienda ha dimostrato di aver rispettato esattamente i requisiti della gara d'appalto. Questo dimostra la necessità impellente di disporre di criteri misurabili per garantire la qualità delle immagini.



Figura 1. Esempio di due immagini a 24 bit RGB ma con riproduzione dei colori notevolmente diversa (fonte: Frank J. Epple, *Quality Criteria for Scanning Systems*, Zeitschel GmbH, <<https://www.mikrofilm.hu/images/eloadasok/fje20190227.pdf>>)

Si considerino ora le due immagini in Figura 2: quella di sinistra è stata acquisita a 72 dpi, quella di destra a 300 dpi. Come si può vedere, la risoluzione ottica (effettiva) è diversa; tuttavia, se si prendono in considerazione i metadati delle immagini, entrambe mostrano una risoluzione di 300 dpi perché nel primo caso il metadato è stato modificato utilizzando uno dei tanti programmi di grafica oggi disponibili⁵. Evidentemente, così facendo, la qualità rimarrà quella originale, anche se sfruttando sapientemente le opzioni di regolazione o impiegando determinati filtri e strumenti di miglioramento dell'immagine – oggi basati anche sull'impiego di tecniche di intelligenza artificiale – è possibile ottenere dei risultati significativi in termini di incremento dell'aspetto visivo dell'immagine.

Questi due esempi (e altri che si potrebbero fare) mostrano come ci sia il rischio di ottenere risultati di basso livello se la qualità delle immagini non è definita in maniera oggettiva e sulla base di parametri misurabili. Questo potrebbe forse andare bene nel caso in cui si vogliono limitare i costi; oppure nel caso in cui la digitalizzazione serva per soddisfare finalità contingenti (come nel caso di immagini che possono essere scartate dopo pochi anni). Ma in molti casi l'obiettivo di un progetto di digitalizzazione è quello di produrre immagini della massima qualità possibile, al fine di non dover ripetere l'intero intervento nel giro di pochi anni. Quindi, i bandi di gara per i progetti di digitalizzazione dovrebbero specificare requisiti molto più stringenti di quelli "minimi" (modalità colore, risoluzione, profondità di colore, formati ecc.) e dovrebbero descrivere la qualità delle immagini in modo molto chiaro e, soprattutto, con criteri misurabili. Bisogna, allora, domandarsi: cos'è che rende un'immagine di "buona qualità"? Come si misura la qualità di un'immagine in modo oggettivo indipendentemente dalle apparecchiature utilizzate?

⁵ Con un qualsiasi programma di grafica (o fotoritocco) è possibile variare a proprio piacimento i metadati delle immagini, ad esempio aumentando la risoluzione di acquisizione (senza variare, ovviamente, quella reale) o la profondità di colore.

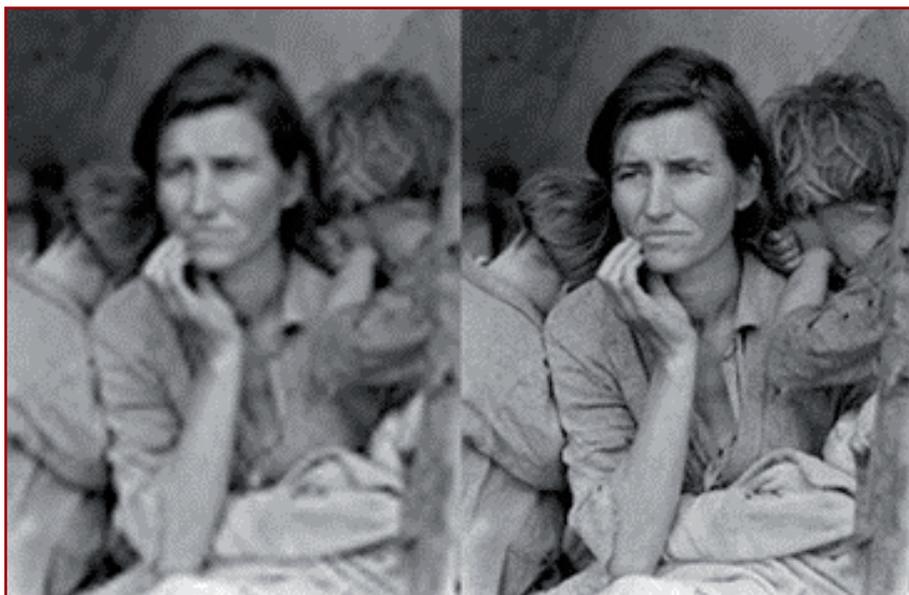


Figura 2. La stessa immagine acquisita con due diverse risoluzioni (72 dpi a sinistra e 300 dpi a destra) ma con la stessa risoluzione (300 dpi) nei metadati

2. Lo stato dell'arte: linee guida e standard per la qualità

Prima di affrontare l'argomento è bene chiarire con esattezza cosa si intende per "qualità" di una immagine. Innanzitutto va osservato che una immagine di qualità non è semplicemente (o solamente) quella che presenta dei bei colori e appare vivida, luminosa, nitida ecc. per un determinato osservatore, ma quella che riproduce esattamente l'originale da cui è tratta. Utilizzando dei software specifici, un'immagine può essere migliorata – ad esempio nei colori e nel contrasto – per apparire più gradevole, ma questo non significa che sia la migliore rappresentazione dell'originale. Anzi: tanto più l'immagine viene modificata tanto più si allontana dall'originale. Al contrario, la qualità è tanto migliore quanto più l'immagine è fedele all'originale, ovvero tanto più riproduce con accuratezza i toni, i colori, i dettagli, la geometria e le altre caratteristiche di quest'ultimo e quanto più si riescono a limitare gli artefatti (rumore, pixel difettosi, aliasing ecc.) inevitabilmente presenti. Le caratteristiche di qualità di un'immagine possono essere valutate mediante misure soggettive o oggettive. Le prime sono quelle percepite da un osservatore umano attraverso l'ispezione viva; le seconde sono quelle che possono essere misurate fisicamente sulla base di criteri oggettivi: come già anticipato, è importante basarsi su questa seconda tipologia di misure⁶. Ora si tratta di comprendere come effettuare questa valutazione.

⁶ A tal proposito, lo standard ISO 19262 fornisce una definizione di *image quality* come «impression of the overall merit or excellence of an image, as perceived by an observer neither associated with the act of photography, nor closely involved with the subject matter depicted»; tale definizione è

A questo proposito occorre rilevare come le istituzioni culturali – come gli archivi, le biblioteche e i musei – abbiano una lunga tradizione nell’uso di tecniche di acquisizione ai fini della riproduzione delle opere del patrimonio culturale. Inizialmente, l’acquisizione era sostanzialmente basata sulla fotografia (in particolare, sulla tecnologia della pellicola), ma dall’inizio degli anni ‘90 le tecniche di acquisizione digitale hanno preso sempre più piede e le istituzioni culturali hanno gradualmente abbandonato la pellicola. Tuttavia, mentre la misurazione della qualità dell’immagine analogica era ben compresa e standardizzata, l’avvento delle tecnologie digitali ha creato un vuoto di conoscenze su come definire e misurare la qualità dell’immagine digitale. Per colmare questa lacuna, sono stati intrapresi vari studi e, intorno all’inizio del secolo XXI, sono state pubblicate diverse linee guida, che sono nate dal bisogno di creare requisiti oggettivi per interventi di digitalizzazione appaltati da enti governativi a fornitori terzi. A livello internazionale negli ultimi anni si è assistito ad una vera e propria “fioritura” di linee guida e buone pratiche sulla digitalizzazione di libri a stampa, periodici, documenti audio e video ecc., che spesso sono in un continuo “work in progress” e che si “influenzano” e “perfezionano” vicendevolmente.

Le due linee guida più autorevoli a livello internazionale⁷ sono quelle della *Federal Agency Digitization Guidelines Initiative* (FADGI) e le linee guida *Metamorfoze*, che verranno trattate in seguito. Allo stesso modo, l’International Standardization Organization (ISO) ha sviluppato una famiglia di standard specificatamente pensati per il settore della digitalizzazione. In particolare, nell’aprile 2017 è stato pubblicato il nuovo standard ISO 19264-1 sulla qualità delle immagini prodotte negli interventi di digitalizzazione di originali riflettenti, anche di questo si tratterà più avanti. Di seguito, invece, è presentato un breve e non esaustivo elenco delle principali linee guida a livello internazionale⁸ che sono state sviluppate negli ultimi venti anni. In Germania, il riferimento in materia è costituito dalle *DFG-Praxisregeln “Digitalisierung”*, le linee guida prodotte dalla *Deutsche Forschungsgemeinschaft*

ulteriormente precisata da una nota: «The purpose of defining image quality in terms of third-party (uninvolved) observers is to eliminate sources of variability that arise from more idiosyncratic aspects of image perception and pertain to attributes outside the control of imaging system designers». Tale definizione, mutuata dallo standard ISO 20462-3:2012 *Photography — Psychophysical experimental methods for estimating image quality — Part 3: Quality ruler method*, mette in evidenza come sia fondamentale eliminare qualsiasi elemento di soggettività e individuare criteri oggettivi.

⁷ Si veda, ad esempio, la sezione “11.1. Linee guida e manuali internazionali” delle *Linee guida per i processi di digitalizzazione* che costituiscono il primo allegato al *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale*, disponibile all’indirizzo:

<<https://docs.italia.it/italia/icdp/icdp-pnd-digitalizzazione-docs/it/v1.0-giugno-2022/index.html>>.

Oltre alle due linee guida in questione, vengono citate anche le *Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images*, dei National Archives and Records Administration (NARA) statunitensi.

⁸ Per una disamina delle linee guida nazionali si rinvia a Stefano Allegrezza, *Non solo TIFF e JPEG: riflessioni sui formati elettronici per la digitalizzazione del patrimonio archivistico e librario e sul nuovo standard PDF/R*, «DigItalia. Rivista del digitale nei beni culturali», 17 (2022), n. 2, p. 9–31, DOI: <<https://doi.org/10.36181/digitalia-00050>>.

(DFG), un'organizzazione autonoma tedesca nata nel 1951 e con sede a Bonn che sostiene la ricerca in numerosi campi, spaziando da quelli scientifici a quelli più prettamente umanistici. Il documento, molto completo, è disponibile solamente in lingua tedesca e contiene, tra le varie cose, i criteri di selezione dei materiali, i parametri per la digitalizzazione di documenti, fotografie, microfilm ecc. e i metadati descrittivi e strutturali. È stato aggiornato l'ultima volta nel 2013⁹.

In Spagna, la *Biblioteca Digital Hispánica* (BDH) ha prodotto, nel 2008, le linee guida intitolate *Proceso de digitalización en la Biblioteca Nacional de España*¹⁰. Sono nate per conservare, gestire e diffondere il patrimonio bibliografico spagnolo della *Biblioteca Nacional de España* (BNE). Aggiornate nel 2015 e disponibili sia in spagnolo che in inglese, le linee guida descrivono tutte le fasi di un processo di digitalizzazione dei documenti, dalla selezione all'inserimento dei metadati.

Nel Regno Unito i *National Archives* hanno prodotto le linee guida *Digitisation at The National Archives*¹¹: aggiornate nel 2016, definiscono gli standard necessari per la digitalizzazione dei fondi degli Archivi Nazionali e coprono l'intero flusso di lavoro, dalla scansione alla consegna delle immagini.

In Francia la *TGE Adonis*¹², su iniziativa dell'*Institut des Sciences Humaines et Sociales*, del *Bureau des Très Grands Equipements del CNRS* e del Ministero francese dell'Istruzione Superiore e della Ricerca, ha prodotto *Le guide des bonnes pratiques numériques*¹³ che contengono le raccomandazioni tecniche per la valorizzazione del patrimonio culturale. Le linee guida, disponibili in lingua francese, sono sufficientemente complete e trattano singolarmente le varie fasi di lavoro (con le relative raccomandazioni) per la digitalizzazione di documenti testuali, immagini fisse, documenti sonori e documenti audiovisivi. Sono, tuttavia, assenti le distinzioni di qualità tra l'acquisizione di manoscritti e di altre tipologie di documenti.

In Canada nel 2000 il *Canadian Heritage Information Network* (CHIN) ha pubblicato delle linee guida con il titolo *Capture Your Collections: A Guide for Managers Who Are Planning and Implementing Digitization Projects*¹⁴. Il documento (consul-

⁹ Le linee guida sono consultabili all'indirizzo:

<https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/programme/lis/12_151_v1216_de.pdf>.

¹⁰ Disponibili all'indirizzo:

<https://www.bne.es/sites/default/files/repositorio-archivos/ProcesoDigitalizacion BNE_2.pdf>.

¹¹ Disponibili all'indirizzo: <https://cdn.nationalarchives.gov.uk/documents/information-management/digitisation-at-the-national-archives.pdf>

¹² TGE Adonis, contrazione di *Très Grand Équipement (TGE) pour l'Accès unifié aux Données et documents Numériques des Sciences humaines et sociales* (Adonis), è una struttura del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) francese.

¹³ Disponibili all'indirizzo: https://listes.services.cnrs.fr/www/arc/athena/2010-02/msg00023/pdf_GuideBonnesPratiques_TGE-ADONIS_version1_2009-12.pdf. Il CHIN è una *Special Operating Agency* che opera all'interno del *Department of Canadian Heritage* e si occupa di creare e mantenere un punto di accesso online alle collezioni canadesi, fare ricerca, sviluppare gli standard e formare le istituzioni culturali nella gestione delle collezioni.

¹⁴ Disponibile all'indirizzo:

<https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/pch/CH57-4-10-2020-eng.pdf>.

tabile solo sul sito del governo canadese o, nelle versioni a stampa, nelle lingue inglese e francese) dedica molta attenzione alle fasi di pianificazione e sviluppo dei progetti di digitalizzazione (come gli obiettivi, le abilità necessarie, gli aspetti legali, i costi ecc.), mentre tende a tralasciare le parti più tecniche come, ad esempio, la risoluzione di acquisizione delle immagini che è specificata non in termini numerici ma in termini qualitativi, in un range che va da low-quality a high-quality. L'ultima versione disponibile è del 2020.

Meritano una particolare menzione le *Guidelines for digitization projects for collections and holdings in the public domain, particularly those held by libraries and archives*¹⁵ prodotte a partire dagli anni Settanta dall'IFLA (International Federation of Library Associations and Institutions) e dall'ICA (International Council on Archives) su commissione dell'UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) con l'obiettivo di fornire un «summary of the best existing knowledge and practice drawn from around the world»¹⁶. Le linee guida sono state aggiornate l'ultima volta nel 2002 e risultano quindi per certi versi superate, ma è tuttora attuale come impostazione metodologica. Si occupa esclusivamente della digitalizzazione di manoscritti, libri stampati e fotografie suddividendo la trattazione in otto sezioni (selezione, requisiti tecnici, aspetti legali ecc.), ognuna delle quali comprende un'introduzione, un testo che illustra le problematiche e le azioni da intraprendere e, infine, un breve riepilogo. Sempre dell'UNESCO sono le linee guida *Fundamental principles of digitization of documentary heritage*¹⁷, uno schematico documento volutamente "non esaustivo" contenente una sintesi delle informazioni da tenere in considerazione prima di iniziare un progetto di digitalizzazione. L'UNESCO rivolge una particolare attenzione ai paesi in via di sviluppo: nel 2021 è stato pubblicato il volume *Managing low-cost digitization projects in least developed countries and small island developing states: a manual*, disponibile in formato PDF nella digital library dell'UNESCO¹⁸.

Infine, non si possono non menzionare le *Guidelines for Planning the Digitization of Rare Book and Manuscript Collections*¹⁹ prodotte dall'IFLA Rare Book and Special Collections Section, una sezione della Division of Library Collections dell'IFLA che fornisce un *forum* indirizzato alla discussione e allo scambio d'informazioni su libri rari, manoscritti e speciali collezioni librarie. Al giorno d'oggi, sono

¹⁵ Consultabili all'indirizzo: <https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/preservation-and-conservation/publications/digitization-projects-guidelines.pdf>.

¹⁶ Cfr. *Guidelines for digitization projects for collections and holdings in the public domain, particularly those held by libraries and archives*, UNESCO, 2002, cit. p. 6.

¹⁷ Attualmente non più presente sul sito dell'UNESCO, è possibile consultarle a questo indirizzo: https://icom-czech.mini.icom.museum/wp-content/uploads/sites/34/2020/05/Digitization_guidelines_for_web_EN-1.pdf.

¹⁸ All'indirizzo: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380165>>.

¹⁹ Consultabili all'indirizzo: <<https://www.ifla.org/files/assets/rare-books-and-manuscripts/rbms-guidelines/guidelines-for-planning-digitization.pdf>>.

le uniche linee guida a trattare esclusivamente di manoscritti. Il manuale, aggiornato nel 2014 e disponibile in otto lingue, non si concentra particolarmente su questioni tecniche e specifici metodi di acquisizione digitale ma piuttosto tratta la pianificazione concettuale per la creazione di vere e proprie collezioni digitali.

Per quanto riguarda l'Italia, l'attuale riferimento è costituito dal Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale (PND) che contiene la visione strategica elaborata dal Ministero della Cultura per promuovere e organizzare il processo di trasformazione digitale nel quinquennio 2022-2026. Il Piano descrive inoltre «il contesto metodologico di riferimento per la realizzazione degli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), con specifico riferimento alla linea di investimento dedicata alle “Strategie e piattaforme digitali per il patrimonio culturale”»²⁰. Il Piano prevede cinque allegati, il primo dei quali, intitolato *Linee guida per i processi di digitalizzazione*, definisce gli approcci e le procedure per la creazione, la metadattazione e l'archiviazione degli oggetti digitali e «fornisce una base metodologica e tecnica al personale che negli istituti culturali segue la progettazione e la gestione dei progetti di digitalizzazione»²¹.

Nel seguito si prenderanno in esame, come anticipato, le linee guida FADGI e Metamorfoze e lo standard ISO 19264-1 perché sono quelli che affrontano specificamente il tema della qualità delle immagini ottenute da un intervento di digitalizzazione, con l'obiettivo di individuare e definirne i criteri. Il principio su cui ci si basa è che la qualità di un'immagine digitale può essere desunta dalla qualità del sistema con cui è stata acquisita: tanto maggiore è la qualità del sistema di acquisizione (sia esso uno scanner piano, uno scanner planetario, una fotocamera digitale, o altro), tanto maggiore sarà la qualità delle immagini che verranno acquisite con quel sistema. Di conseguenza, l'oggetto della valutazione di qualità non sono le immagini prodotte ma il sistema di acquisizione che le produce.

3. Le linee guida FADGI

L'iniziativa FADGI (Federal Agencies Digital Guidelines Initiative) è stata lanciata nel 2007 grazie alla collaborazione di numerose istituzioni statunitensi – tra cui, in particolare, la Library of Congress (LOC) e i National Archives and Records Administration (NARA) – allo scopo di sviluppare un *corpus* di indicazioni e strumenti per la digitalizzazione del patrimonio culturale. Al suo interno sono stati costituiti due gruppi di lavoro che studiano questioni specifiche in due aree principali: lo *Still Image Working Group*, che si occupa di immagini fisse ottenute dalla digitalizzazione di manoscritti, libri, mappe, stampe fotografiche e negativi; e l'*Audio-Visual Working Group*, che concentra il proprio lavoro sui documenti sonori e audiovisivi.

²⁰ Cfr. la descrizione del Piano alla pagina <<https://digitallibrary.cultura.gov.it/linee-guida>>.

²¹ Ibidem.

Il primo gruppo ha prodotto le *Technical Guidelines for the Still Image Digitization of Cultural Heritage Materials* (conosciute come “linee guida FADGI”) che forniscono le indicazioni per la digitalizzazione di immagini fisse, ovvero quelle tipicamente acquisite dalla scansione di documenti. Queste linee guida trattano tutte le fasi della digitalizzazione delle immagini stabilendo i criteri da utilizzare (dalla scansione sino alla generazione di metadati) per ogni singola tipologia di documento. La prima edizione è stata pubblicata nel 2010; la seconda nel 2016 e la terza edizione all’inizio del 2023²². Assieme alle linee guida, la FADGI ha reso disponibili due pratici strumenti per la valutazione della qualità delle immagini ottenibili mediante un determinato sistema di acquisizione: OpenDICE e AutoSFR²³. Il primo è una versione open source del sistema DICE (Digital Image Conformance Environment), che comprende una test chart²⁴ multiuso, un software di analisi del-

Descrizione	FADGI
Very low quality	* (one star)
Low quality	** (two stars)
Good quality	*** (three stars)
Best possible quality	**** (four stars)

Tabella 1. Il sistema di classificazione della qualità secondo le linee guida FADGI

²² Cfr. *Federal Agencies Digitization Guidelines Initiative (FADGI)*, Still Image Working Group, *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials*. Tutte le versioni sono disponibili all’indirizzo: <<https://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/digitize-technical.html>>.

²³ I due strumenti sono scaricabili all’indirizzo:

<<https://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/digitize-OpenDice.html>>.

²⁴ Nel campo della digitalizzazione le “test chart” vengono utilizzate per misurare in modo oggettivo la qualità delle immagini acquisite attraverso i dispositivi. Solitamente contengono linee, punti o altri motivi, nonché un numero definito di “macchie” di colore, la cui composizione è nota a partire dai colori fondamentali ciano, magenta, giallo e nero. A seconda della struttura e della complessità delle test chart, possono essere misurate varie caratteristiche del sistema di acquisizione: tra gli altri, la nitidezza in aree critiche come il centro e il bordo dell’immagine, l’aberrazione cromatica, la distorsione, la vignettatura, la risoluzione, la riproduzione dei colori, la gamma dinamica, il bilanciamento del bianco, il rumore dell’immagine ecc. In commercio sono disponibili diverse test chart standard, come l’Universal Test Target (UTT), sviluppato sulla base degli attuali standard ISO per fornire una visione della qualità complessiva dell’immagine acquisita da vari tipi di fotocamere e scanner di fascia alta, o il DICE (Digital Image Conformance Environment) Test Target. Le test chart sono soggette a processi di invecchiamento e possono sbiadire se lasciate esposte alla luce. Pertanto, devono essere maneggiate con estrema attenzione e conservate con cura proteggendole dalla luce. Le test chart vanno utilizzate congiuntamente ad un software di verifica della qualità delle immagini (ad esempio: iQ Analyzer, Goldern Thread, OS QM-Tool ecc.). Di solito vengono rilasciate su supporto indeformabile, con i relativi dati di referenza personalizzati per ogni singola test chart. Cfr. Luciano Ammenti, *Progetto di conservazione digitale a lungo termine dei manoscritti della Biblioteca Apostolica Vaticana. Digitalizzare per conservare e divulgare*, <<http://www.memoriafidei.va/content/dam/memoriafidei/documenti/22%20Ammonti%20-%20Conservare%20per%20divulgare02.pdf>>.

la qualità dell'immagine e la specificazione di obiettivi e tolleranze per definire la qualità delle immagini. Questi tre elementi, quando sono implementati insieme, formano un ambiente di digitalizzazione conforme a FADGI. Le linee guida FADGI definiscono quattro livelli di qualità dell'acquisizione (cfr. Tabella 1), dal livello più basso (una stella) a quello più alto (quattro stelle). I livelli più alti si riferiscono a una qualità più elevata, ma per essere raggiunti sono necessarie maggiori prestazioni tecniche sia da parte del sistema di acquisizione che da parte dell'operatore incaricato di effettuare le scansioni.

L'acquisizione a *una stella* (one star) rappresenta il livello di qualità minimo, da utilizzare quando ci si prefigge l'obiettivo di ottenere immagini con un valore solamente informativo e di qualità non sufficiente per essere sottoposte al riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o ad altre tecniche di elaborazione delle immagini. Si tratta, quindi, di una qualità di acquisizione appropriata solo per le applicazioni in cui si vuole ottenere una immagine da utilizzare come riferimento per individuare l'originale oppure interessa solo il testo ma senza la possibilità di estrarlo. L'acquisizione a *due stelle* rappresenta un passo avanti nella direzione della qualità, ma è appropriata quando le immagini devono avere solo un valore informativo e non necessariamente adatte ad essere sottoposte ad un processo di OCR. Con l'acquisizione a *tre stelle* si ottengono delle buone immagini, adatte a quasi tutti i casi d'uso: ad esempio la stampa sulle migliori stampanti disponibili in commercio o l'elaborazione tramite OCR. *Quattro stelle* definiscono il miglior livello di qualità: le immagini rappresentano lo stato dell'arte e sono adatte per tutti gli usi.

Queste linee guida, a carattere informativo e non prescrittivo, sono nate negli Stati Uniti ma sono state oggi ampiamente utilizzate in tutte le nazioni. Molte istituzioni del patrimonio culturale, così come la comunità dei produttori di apparecchiature per l'acquisizione, le hanno implementate seguendo il suo sistema di valutazione a stelle.

4. Le linee guida Metamorfoze

Le *Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines* (comunemente conosciute come "Linee guida Metamorfoze")²⁵ sono state prodotte nell'ambito dell'omonimo programma nazionale olandese avviato nel 1997 e finalizzato alla conservazione del patrimonio culturale. Il programma Metamorfoze è il frutto di una un'iniziativa congiunta tra la Biblioteca Reale (Koninklijke Bibliotheek) e l'Archivio nazionale (Nationaal Archief) olandesi ed è stato finanziato dal Ministero dell'educazione, della cultura e della scienza. Le linee guida sono state pubblicate nel 2012 (sebbene una bozza fosse disponibile fin dal 2008) e sono pensate per la digitalizzazione di materiali bidimensionali come manoscritti, archivi, libri, giornali e riviste, ma possono anche essere applicate alla digitalizzazione di fotografie, opere d'arte e disegni tecnici.

²⁵ Le linee guida sono disponibili all'indirizzo: <https://www.metamorfoze.nl/sites/default/files/documents/Metamorfoze_Preservation_Imaging_Guidelines_1.0.pdf>.

Riguardano esclusivamente la qualità dell'immagine e i metadati delle immagini "master" ("preservation master"): le immagini derivate destinate alla stampa o alla fruizione in Internet "generate" a partire da questo primo file non vengono trattate²⁶.

Descrizione	Metamorfoze
Low quality	Metamorfoze Extra Light
Good quality	Metamorfoze Light
Best possible quality	Metamorfoze (Full)

Tabella 2. Il sistema di classificazione della qualità secondo le linee guida Metamorfoze

Le linee guida Metamorfoze prevedono tre livelli di qualità delle immagini (cfr. Tabella 2). Tutti e tre i livelli di qualità garantiscono una corretta acquisizione dei toni, ma l'accuratezza del colore è diversa a seconda del livello²⁷. Il *Metamorfoze Extra Light* è il livello di qualità inferiore ed è pensato per la digitalizzazione di libri, giornali e riviste con una accuratezza del colore minima. *Metamorfoze Light* è il livello di qualità intermedio ed è pensato per la digitalizzazione di materiali come manoscritti, riviste, libri e giornali ma con una accuratezza del colore intermedia. Il livello di qualità più elevato, *Metamorfoze*²⁸, è stato pensato per la digitalizzazione di originali che possono essere visti come opere d'arte, ad esempio manoscritti come le lettere di Vincent van Gogh, collezioni fotografiche, mappe e dipinti. A questo livello di qualità, oltre alla corretta acquisizione dei toni (requisito comune ai tre livelli), è necessaria anche un'elevata accuratezza dei colori. Per i due livelli di qualità più elevati è obbligatorio l'uso di test chart. Invece, al terzo livello di qualità, *Metamorfoze Extra Light*, l'uso di test chart è facoltativo. In particolare, viene utilizzato l'Universal Test Target (UTT), una test chart multiuso che è stata progettata nel 2009 dalla Biblioteca Nazionale dei Paesi Bassi, in collaborazione con *Image Engineering*, un'azienda tedesca specializzata nella produzione di strumenti per la verifica delle prestazioni di fotocamere analogiche e digitali, e il *Fachverband für Multimediale Informationsverarbeitung* (Associazione professio-

²⁶ Dal 2010 il programma si articola su due distinti progetti: "Archivi e Collezioni Speciali", realizzato in collaborazione con l'Archivio Nazionale; "Libri, giornali e Riviste", realizzato in collaborazione con la Biblioteca Reale.

²⁷ Cfr. *Metamorfoze: background, goals and content. A conversation with the "father" of the directive*, Hans van Dormolen, Agosto 2018, <https://www.metamorfoze.nl/sites/default/files/documents/Metamorfoze_Preservation_Imaging_Guidelines_1.0.pdf>.

²⁸ Le linee guida definiscono il livello più elevato semplicemente come "Metamorfoze" senza alcuna ulteriore specificazione; tuttavia, per evitare confusione tra questo livello e gli altri due si utilizza spesso aggiungere l'aggettivo "Full" (o, a volte, anche "Strict" o "Strong"). Nella versione 2.0 delle linee guida, attualmente in fase di sviluppo, è previsto esplicitamente l'utilizzo dell'aggettivo "Full" per specificare il livello più elevato; cfr. Hans van Dormolen, *Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines, Version 2.0*, <<https://library.imaging.org/admin/apis/public/api/ist/website/downloadArticle/archiving/16/1/art00003>>.

nale per l'elaborazione dell'informazione multimediale).

Le linee guida trattano quasi esclusivamente la fase di acquisizione delle immagini e non accennano a tutte le altre fasi del processo di digitalizzazione: non viene, ad esempio, menzionata la fase di selezione e per quanto riguarda i metadati viene fatto solo un accenno a quelli tecnici. Per la parte fotografica, però, è estremamente dettagliato e spazia dall'esposizione alla calibrazione del colore fino al "rumore" (noise).

5. Lo standard ISO 19264-1

Sebbene le linee guida FADGI e Metamorfoze siano concettualmente simili, esse non possono essere utilizzate in modo intercambiabile: vi sono differenze nei criteri e nel modo in cui sono specificate le tolleranze; inoltre, ci sono differenze nella terminologia utilizzata²⁹. Queste discrepanze hanno prodotto confusione tra utenti e produttori di sistemi di analisi della qualità delle immagini acquisite. È in questo contesto che nel 2012 presso l'ISO si è costituito il gruppo di lavoro congiunto ISO/TC 42/JWG 26³⁰, con l'obiettivo di armonizzare i diversi approcci e sviluppare uno standard per la valutazione della qualità delle immagini acquisite nei progetti di digitalizzazione del patrimonio culturale. L'idea di istituire un gruppo di lavoro era stata presentata per la prima volta alla riunione plenaria dell'ISO TC 42 – *Photography* nel 2011 e il JWG 26 ha tenuto la sua prima riunione nel 2012. Il JWG 26 è composto da circa 20 esperti e ha già prodotto diversi standard³¹:

- l'ISO 19262:2015 *Photography - Archiving Systems - Vocabulary*, che fornisce un vocabolario che standardizza l'uso e il significato dei termini associati ai sistemi di archiviazione della fotografia. Questi termini sono tratti dal mondo della fotografia sia tradizionale che digitale, nonché dal mondo della tecnologia dell'informazione.

²⁹ Cfr. Dietmar Wueller — Ulla Bøgvad Kejser, *Standardization of Image Quality Analysis – ISO 19264-1*, <https://www.image-engineering.de/content/library/conference_papers/2016_04/Standardization_of_Image_Quality_Analysis%E2%80%93ISO_19264-1.pdf>.

³⁰ Il JWG 26, ufficialmente denominato *Joint ISO/TC 42-TC 46/SC 11-TC 171 WG – Imaging system capability qualification for archival recording and approval*, vede la partecipazione di membri del comitato tecnico ISO/TC42 – *Photography*, del comitato tecnico ISO/TC171 – *Document management applications* e del sottocomitato tecnico ISO/TC46/SC11 – *Information and documentation/Archives and records management*. Si è costituito in occasione della 22ª riunione plenaria dell'ISO/TC 42. Il coordinatore è Scott Geffert, General Manager for Advanced Imaging, Imaging Department, The Metropolitan Museum of Art. L'obiettivo del JWG 26 è unificare le metriche, i relativi metodi e gli strumenti utilizzati per specificare e misurare la capacità di qualità dell'immagine dei sistemi per la registrazione e la valutazione dei materiali del patrimonio culturale a fini archivistici.

³¹ Attualmente il JWG 26 sta lavorando alla definizione del nuovo standard ISO 19264-1-2 *Photography – Archiving systems – Image quality analysis – Part 2: Transparent originals*, che definirà i requisiti misurabili per valutare la qualità nelle operazioni di acquisizione da originali riflettenti (pellicole, diapositive ecc.).

- l'ISO/TR 19263-1:2017 *Photography — Archiving systems — Part 1: Best practices for digital image capture of cultural heritage material*, che specifica come eseguire l'analisi della qualità dei sistemi di acquisizione (ad esempio scanner a letto piano, scanner planetari o fotocamere digitali) utilizzati per la digitalizzazione di originali bidimensionali riflettenti;

- l'ISO 19264-1:2021 *Photography — Archiving systems — Imaging systems quality analysis — Part 1: Reflective originals*, che descrive un metodo per analizzare la qualità dei sistemi di acquisizione impiegati nella digitalizzazione del patrimonio culturale, definendo i parametri di qualità da misurare e le modalità di misurazione, valutazione e presentazione dei risultati della misura³².

In particolare, lo standard ISO 19264-1 definisce tre livelli di qualità dell'acquisizione: i livelli C, B e A (cfr. Tabella 3).

Descrizione	ISO 19264-1
Low quality	Level C
Good quality	Level B
Best possible quality	Level A

Tabella 3. Il sistema di classificazione della qualità secondo lo standard ISO 19264-1

L'acquisizione di *livello C* è appropriata per le immagini che devono avere solo un valore informativo e possono o meno essere adatte all'OCR. Il *livello B* viene utilizzato quando occorrono immagini di livello professionale e adatte a ogni caso d'uso, come la stampa sulle migliori stampanti disponibili in commercio o l'elaborazione con l'OCR. Il *livello A* definisce la migliore acquisizione oggi possibile, ma richiede maggiori prestazioni tecniche sia da parte del sistema di acquisizione che dell'operatore. Le immagini create al livello A rappresentano lo stato dell'arte nell'acquisizione di immagini e sono adatte a tutti gli usi. Si presti attenzione al fatto che lo scopo di questi livelli non è quello di esprimere un giudizio negativo sulla digitalizzazione eseguita a una qualità inferiore a quella massima. Infatti, in molti casi non c'è alcun vantaggio nel realizzare una digitalizzazione di livello A quando sarebbe sufficiente una qualità di livello B³³.

Per esempio, né il colore né l'accuratezza tonale sono critici per la scansione di molti libri, giornali o riviste.

Per valutare la qualità di un sistema di acquisizione di immagini la norma ISO 19264-1 prende in considerazione 18 caratteristiche, suddividendole in quattro categorie principali (cfr. Fig. 3): *tones and noise* (toni e rumore); *colour* (colore); *details* (dettagli); *geometry* (geometria). Per ciascuna di queste categorie occorre

³² La prima versione dello standard è stata rilasciata nel 2017.

³³ Si noti che una scansione di buona qualità (livello B) è significativamente migliore e più accurata di una copia su una copiatrice a colori di alta qualità.

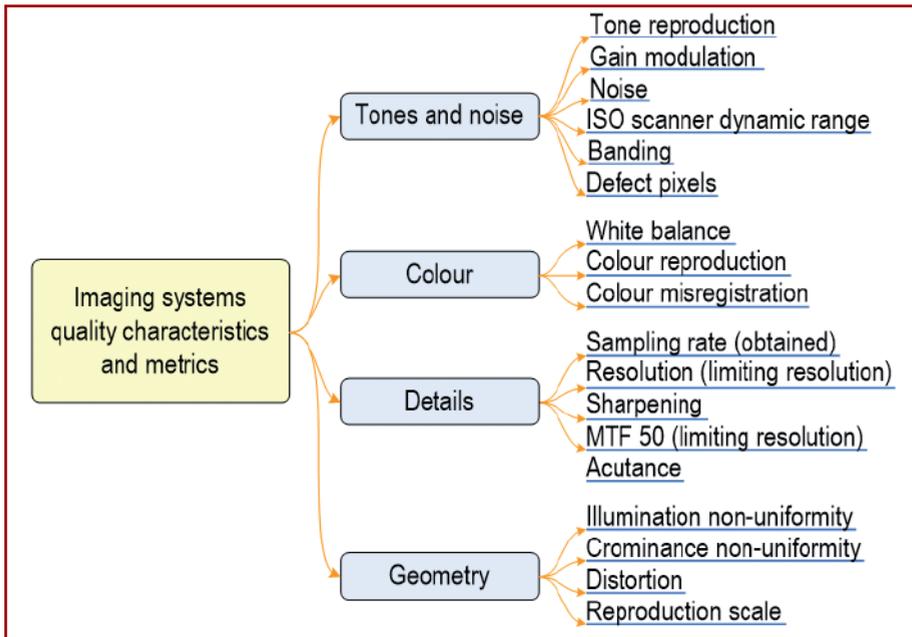


Figura 3. Le caratteristiche delle immagini sottoposte a valutazione

andare a valutare diverse caratteristiche. Ad esempio, per quanto riguarda la prima categoria (toni e rumore) occorre andare a valutare la riproduzione dei toni, la modulazione del guadagno, il rumore, il range dinamico, la presenza di bande e di pi-

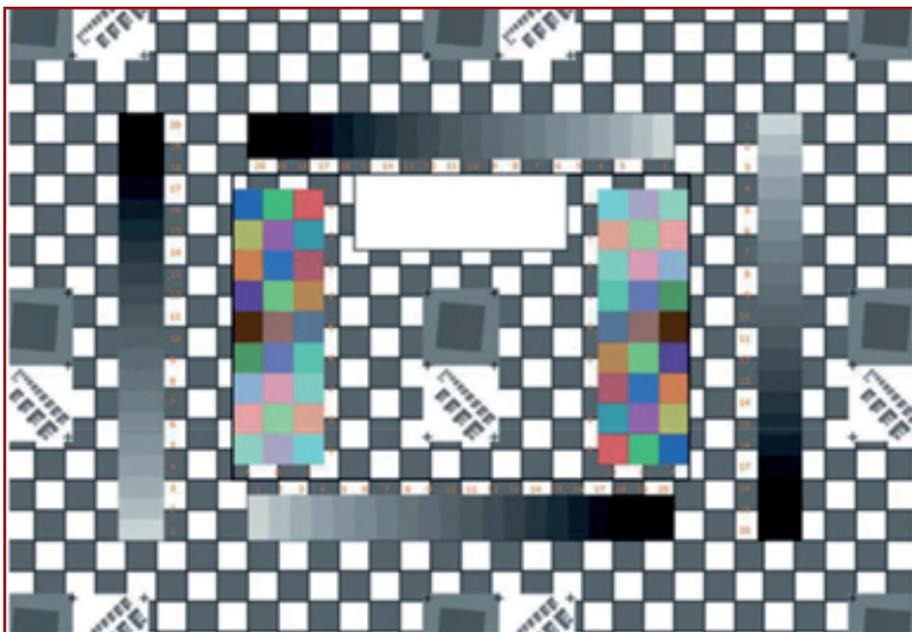


Figura 4. La test chart UTT (versione per il formato A3)

xel difettosi. Per valutare la qualità del colore si misurano tre caratteristiche: il bilanciamento del bianco, la riproduzione del colore e la dis-registrazione (errata registrazione) del colore.

Per ciascuna delle caratteristiche la norma entra nel dettaglio delle modalità di misurazione facendo riferimento, laddove già esistenti, a diversi standard ISO. Ad esempio, per valutare il bilanciamento del bianco (white balance) rinvia allo standard ISO 14524; per valutare la distorsione, il riferimento è alla norma ISO 17850; e così via. Ovviamente non è questa la sede per approfondire i dettagli tecnici di tali misurazioni, per cui si rinvia alla lettura dello standard ISO 19264-1 in questione.

Il processo di valutazione previsto dallo standard ISO 19264-1 prevede l'utilizzo di una test chart progettata per misurare contemporaneamente diverse caratteristiche di una immagine. In particolare, come nelle linee guida Metamorfoze, lo standard propone l'Universal Test Target (UTT), descritto negli allegati A e C della norma, che ha il vantaggio di combinare numerose metriche di qualità (risoluzione, rumore visivo, gamma dinamica, tono e riproduzione del colore ecc.), rendendo la valutazione di un sistema di acquisizione più facile e immediata (cfr. Fig. 4).

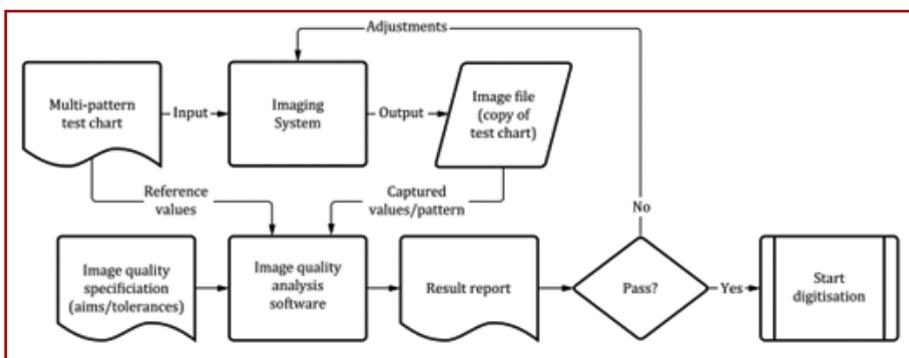


Figura 5. Rappresentazione schematica della procedura per l'analisi della qualità di un sistema di acquisizione (fonte: ISO 19264-1)

Da un punto di vista operativo si procede in questo modo (cfr. Fig. 5): l'UTT viene scansionato utilizzando il sistema di acquisizione sottoposto a valutazione – il quale deve essere già stato calibrato correttamente – e l'immagine così ottenuta viene analizzata sulla base dei 18 criteri di qualità visti in precedenza; i valori ricavati vengono confrontati con una serie di valori di riferimento. Come si può immaginare, questa operazione non viene effettuata da un operatore umano tramite ispezione visiva³⁴, ma utilizzando uno dei vari strumenti software di analisi della qualità delle immagini disponibili in commercio³⁵. Per decidere se la qualità del sistema è sufficiente per il campo di applicazione previsto, per

³⁴ In realtà, anche se lo standard cerca di specificare dei metodi di misurazione per tutti i criteri, alcuni di essi sono quasi impossibili da misurare e devono essere analizzati tramite ispezione visiva. Tra questi ci sono la presenza di bande (banding) e di pixel difettosi (defect pixels).

³⁵ Cfr. Dietmar Wueller — Ulla Bøvgvad Kejser, *Standardization of Image Quality Analysis*, cit.

ciascuna delle 18 caratteristiche lo standard definisce una serie di obiettivi e di tolleranze: queste ultime rappresentano la variabilità intorno all'obiettivo e riflettono le prestazioni del sistema di acquisizione sottoposto a valutazione³⁶. A seconda dei risultati ottenuti a valle del processo di misurazione si ricade in uno dei tre range di tolleranza descritti nell'Allegato B dello standard e corrispondenti ai livelli C, B o A (cfr. Tabella 5): affinché un sistema di acquisizione sia conforme ad uno dei tre livelli, tutte le misurazioni devono rientrare negli obiettivi e nelle tolleranze richieste per quel livello.

Attualmente lo standard ISO 19264-1 viene utilizzato per una vasta gamma di applicazioni. È utile per lo sviluppo e la valutazione dei sistemi di acquisizione, compresa la verifica delle prestazioni che il fornitore ha dichiarato. Può essere utilizzato per confrontare diversi sistemi e selezionare quello che possiede le proprietà migliori. Infine, permette di controllare il mantenimento nel tempo delle prestazioni ed è quindi uno strumento che si rivela fondamentale in qualsiasi progetto di digitalizzazione per assicurarne la qualità. Per questi motivi, molte istituzioni hanno adottato questo standard per i loro progetti di digitalizzazione sia interni che affidati in outsourcing e controllano attentamente tutto il sistema di acquisizione per assicurarsi che siano soddisfatti i requisiti stabiliti.

6. Confronto tra le linee guida FADGI, Metamorfoze e lo standard ISO 19264-1

Come si è visto, le somiglianze tra le linee guida FADGI, Metamorfoze e lo standard ISO 19264-1 sono molte e sicuramente più numerose delle loro differenze. Concettualmente, il sistema a tre livelli dello standard ISO 19264-1 è allineato al sistema, anch'esso a tre livelli, delle linee guida Metamorfoze; si allinea anche con il sistema a quattro stelle delle linee guida FADGI con l'unica eccezione costituita dal livello "una stella", collocato all'estremità inferiore della scala delle prestazioni, che non ha equivalenti negli altri due casi (cfr. Tabella 4)³⁷.

Descrizione	ISO 19264-1	Metamorfoze	FADGI
Very low quality	--	--	* (one star)
Low quality	Level C	Metamorfoze Extra Light	** (two stars)
Good quality	Level B	Metamorfoze Light	*** (three stars)
Best possible quality	Level A	Metamorfoze (Full)	**** (four stars)

Tabella 4. Confronto tra i livelli di qualità dello standard ISO 19264-1 e delle linee guida FADGI e MET Metamorfoze

³⁶ Cfr. Ljubo Gamulin, *Application of ISO Standards, FADGI and Metamorfoze Guidelines for Digitization of Two-Dimensional Cultural Heritage Objects*, «Portal. The Yearbook of the Croatian Conservation Institute», (2018), n. 9, p. 159-170, <<https://doi.org/10.17018/portal.2018.11>>.

³⁷ Cfr. Image Access, *Frequently Asked Questions. Quality Controlled Scanning*, versione 1.1, <https://cdn.imageaccess.de/downloads/product_manuals/FAQ/FAQ-Quality-Controlled-Scanning.pdf>.

Come regola generale, i livelli più alti si riferiscono a una qualità di acquisizione molto elevata, ma richiedono prestazioni tecniche superiori da parte del sistema di acquisizione inteso nel suo complesso.

Facendo una analisi dei sistemi disponibili sul mercato si nota che la maggior parte degli scanner professionali risultano conformi: al “livello B” dello standard ISO 19264-1, a condizione che siano calibrati con i fogli di calibrazione appropriati, verificati tramite gli strumenti consigliati (UTT e iQ Analyzer) e utilizzati in condizioni di luce adeguate nella sala di scansione; al livello “tre stelle” delle linee guida FADGI, a condizione che siano calibrati con i fogli di calibrazione appropriati, verificati tramite gli strumenti consigliati (OpenDICE e AutoSFR) e utilizzati in condi-

	Level A	Level B	Level C
Tone reproduction (of gray scale next to image centre)	$\Delta L^* \leq \pm 2$	$\Delta L^* \leq \pm 3$	$\Delta L^* \leq \pm 4$
Gain Modulation highlights Patches (L^* between 95 and 85*) (of gray scale next to image centre)	Gain between 0,8 and 1,1	Gain between 0,7 and 1,2	Gain between 0,6 and 1,3
Gain Modulation all other Patches (of gray scale next to image centre)	Gain between 0,7 and 1,3	Gain between 0,6 and 1,4	Gain between 0,3 and 1,6
Noise (RMS noise)	$\leq 1,6$	≤ 2	$\leq 2,2$
Dynamic range (of gray scale next to image centre)	$\geq 2,3$	$\geq 2,1$	$\geq 1,9$
Banding	Based on visual inspection, no banding	Based on visual inspection, no banding	Based on visual inspection, slight banding
Defect pixels (flat field illumination required)	No defects measurable	Less than 0,1 per million	Less than 1 per million
White balance (over field)	$\Delta E_{ab}^* \leq 3$	$\Delta E_{ab}^* \leq 4$	$\Delta E_{ab}^* \leq 5$
Colour reproduction	Max ΔE^* is recommended to be $\leq \pm 10$ Mean $\Delta E^* \leq \pm 4$	Max ΔE^* is recommended to be $\leq \pm 15$ Mean $\Delta E^* \leq \pm 5$	Max ΔE^* is recommended to be $\leq \pm 15$ Mean $\Delta E^* \leq \pm 5$
Sampling rate (Difference between claimed and obtained)	$\leq 2 \%$	$\leq 3 \%$	$\leq 4 \%$
Resolution measured as frequency where 10 % Modulation is reached (MTF10) according to ISO 16067-1 at each location in the image and in both directions horizontal / vertical	$\geq 85 \%$ of claimed Sampling rate	$\geq 80 \%$ of claimed Sampling rate	$\geq 70 \%$ of claimed Sampling rate
Sharpening	Max SFR contrast value $\leq 1,05$	Max SFR contrast value $\leq 1,1$	Max SFR contrast value $\leq 1,2$
Tone reproduction (of gray scale next to image centre)	$\Delta L^* \leq \pm 2$	$\Delta L^* \leq \pm 3$	$\Delta L^* \leq \pm 4$
MTF 50	$\geq 0,5 \times$ the minimum frequency required for MTF10	$\geq 0,45 \times$ the minimum frequency required for MTF10	$\geq 0,45 \times$ the minimum frequency required for MTF10
Illumination non-uniformity for A3 and smaller	$\Delta L^* \leq 3$	$\Delta L^* \leq 3$	$\Delta L^* \leq 3$
Illumination non-uniformity for > A3 and \leq A2	$\Delta L^* \leq 4$	$\Delta L^* \leq 5$	$\Delta L^* \leq 5$
Illumination non-uniformity for > A2 and \leq A0	$\Delta L^* \leq 5$	$\Delta L^* \leq 6$	$\Delta L^* \leq 6$
Colour mis-registration	$\leq 0,4$ pixel	$\leq 0,7$ pixel	≤ 1 pixel
Distortion	$\leq 1,5 \%$	$\leq 2 \%$	$\leq 5 \%$

Tabella 5. I criteri di qualità previsti dallo standard ISO 19264-1:2021

zioni di luce adeguate nella sala di scansione; al livello “Light” delle linee guida Metamorfoze, a condizione che siano calibrati con i fogli di calibrazione appropriati, verificati mediante gli strumenti consigliati (UTT e iQ Analyzer) e utilizzati in condizioni di luce adeguate nella sala di scansione. Alcuni scanner professionali, se utilizzati e calibrati correttamente, possono raggiungere anche la conformità al “livello A” delle linee guida ISO 19264-1, al livello “quattro stelle” delle linee guida FADGI e al livello “Metamorfoze (Full)” delle omonime linee guida.

Considerazioni finali e conclusioni

È bene precisare che sia le linee guida FADGI e Metamorfoze che lo standard ISO 19264-1 non si riferiscono solo alle caratteristiche dell’apparecchiatura di digitalizzazione (scanner, fotocamera o altro)³⁸ ma all’intero sistema di acquisizione, che comprende il dispositivo di acquisizione, le procedure per la calibrazione (con i fogli di calibrazione appropriati); quelle per le verifiche di qualità (con le opportune test chart e gli strumenti software raccomandati); i supporti per i documenti o i meccanismi per il loro trascinamento; le condizioni ambientali di illuminazione; le procedure seguite dagli operatori ecc. Questo significa che, per essere conforme, l’intero sistema deve essere controllato in termini di qualità. Da ciò derivano delle conseguenze importanti per quanto riguarda la valutazione della qualità, che dipende quindi anche da fattori potenzialmente esterni, come le condizioni di illuminazione dell’ambiente in cui si opera e l’abilità dell’operatore.

Gli scanner piani sono quelli che soddisfano con maggior facilità i criteri di qualità. Infatti, sono dotati di un coperchio che li rende insensibili alla luce ambientale. Per ottenere i migliori risultati, occorre mantenere puliti la lastra di vetro e il coperchio e assicurarsi che quest’ultimo sia chiuso e che la luce non penetri nello scanner durante l’acquisizione. Ovviamente, gli scanner piani non possono essere utilizzati per documenti rilegati o che richiedono una acquisizione senza contatto. Anche gli scanner a trascinamento (denominati anche “rotativi”) riescono a soddisfare abbastanza agevolmente i criteri di qualità, a patto che le condizioni dei documenti siano tali da consentirne l’inserimento attraverso il meccanismo di trascinamento dello scanner. I documenti fragili o difficili da inserire possono essere acquisiti collocandoli all’interno di specifiche “buste trasparenti” (*clear envelope*) che li proteggono e ne riducono al minimo il logorio durante la scansione. La rigidità della busta contribuisce, inoltre, a ottenere la massima precisione geometrica possibile. Per ottenere risultati ottimali, occorre mantenere puliti la lastra di vetro e i tamburi di trasporto; assicurarsi che i documenti possano essere alimentati in

³⁸ Si faccia attenzione alle pubblicità ingannevoli. Se un fornitore dichiara la conformità di uno scanner o una semplice fotocamera digitale ai livelli più alti delle linee guida FADGI e Metamorfoze e allo standard ISO 19264-1, senza specificare nulla relativamente alle condizioni in cui tale conformità è stata ottenuta (supporto utilizzato per collocare i documenti da acquisire, distanza di lavoro, condizioni di illuminazione ecc.) tale dichiarazione è priva di qualsiasi valore se non addirittura fuorviante.

modo sicuro (eventualmente attivare la funzione di “alimentazione sicura” disponibile negli scanner professionali); utilizzare la busta trasparente se gli originali sono preziosi, fragili, sporchi o parzialmente deteriorati.

Con gli scanner planetari è più difficile avere risultati conformi alle linee guida FAD-GI e Metamorfoze e allo standard ISO 19264-1 perché sono molto influenzati dalle condizioni di illuminazione dal momento che operano in un ambiente aperto; pertanto, al fine di garantire una qualità costante dei risultati, è necessario prestare molta attenzione. In particolare: la luce ambientale deve essere bassa, neutra, diffusa e costante; non è consentito l'uso di faretti e si devono evitare anche le luci fluorescenti che si trovano direttamente sopra lo scanner; non è consentita la luce solare diretta o indiretta, poiché non è costante nel tempo; i monitor non devono inviare luce significativa verso l'oggetto di scansione; l'operatore deve essere vestito con colori neutri, preferibilmente un grigio scuro e non deve proiettare un'ombra sul piano di scansione; la temperatura della sorgente luminosa dello scanner deve essere di 5000K, con CRI³⁹ superiore a 90; l'intensità luminosa dello scanner deve essere almeno 10 volte superiore al livello ambientale; i livelli di illuminazione sulla postazione di scansione devono essere di almeno 5.000 lux⁴⁰. Oltre a ciò, gli scanner devono essere calibrati correttamente nella postazione in cui lavoreranno.

Le maggiori difficoltà nell'assicurare risultati di qualità si riscontrano, tuttavia, con i set di ripresa costituiti da fotocamere digitali montate su stativo, con o senza illuminatori. L'elenco dei requisiti di tali sistemi di acquisizione è sostanzialmente analogo a quello degli scanner planetari, ma ci sono dei problemi ulteriori. Il principale è costituito dalla luce: dal momento che per ottenere risultati qualitativamente validi è necessario utilizzare una fonte luminosa che abbia una intensità almeno 10 volte superiore alla luce ambientale, ci sono solo due possibilità per superare questo vincolo: la prima consiste nell'operare all'interno di una stanza con un livello di luce ambientale molto basso e un sistema in grado di illuminare l'intera area con una luce estremamente intensa al momento dello scatto; la seconda consiste nell'utilizzare un flash che abbia caratteristiche di illuminazione note all'operatore. Si tratta, purtroppo, di opzioni entrambe molto impegnative per chi si trova ad operare in questo contesto⁴¹. Un secondo problema è costituito dalla bas-

³⁹ Il CRI (Color Rendering Index, in italiano: indice di resa cromatica) di una sorgente luminosa è una misura di quanto naturali appaiano i colori degli oggetti da essa illuminati. In generale, un indice pari all'85-100% indica un'ottima resa cromatica; valori del 70-85% sono considerati buoni mentre sono discreti quelli del 50-70%. Cfr. la voce “Indice di resa cromatica” su Wikipedia:

<https://it.wikipedia.org/wiki/Indice_di_resa_cromatica>.

⁴⁰ Cfr. Image Access, *Quality controlled scanning: Frequently Asked Questions*, cit.

⁴¹ Senza un sistema di illuminazione che assicuri caratteristiche note e costanti si dovrebbe lavorare con la luce naturale presente nell'ambiente in cui si svolge l'acquisizione, con la conseguenza che la fotografia dello stesso soggetto, scattata al mattino presto, a mezzogiorno o al tramonto, si presenterebbe sotto tre forme assai diverse. Questo è il motivo per cui i sistemi di acquisizione che si affidano alla luce naturale non soddisfano i criteri di qualità, neanche quelli di livello più basso.

sa risoluzione quando si debbono acquisire documenti di grande formato. Le fotocamere digitali professionali arrivano oggi a risoluzioni di 30-50 Mpixel⁴² e solo le fotocamere di fascia alta raggiungono i 100 Mpixel. Questo non è un problema quando si acquisiscono documenti di dimensioni standard (ad esempio A4 o A3) ma quando si va ad acquisire documenti di grande formato la risoluzione inevitabilmente diminuisce, fino a livelli insufficienti. In sostanza, per i formati più grandi solo le fotocamere digitali più avanzate (e più costose, come Phase One o Hasselblad) sono in grado di soddisfare i requisiti stabiliti dai livelli più elevati delle linee guida FADGI e Metamorfoze e dello standard ISO 19264-1, e, quindi, risulta più difficile raggiungere con una fotocamera lo stesso livello di qualità che può essere raggiunto utilizzando degli scanner planetari.

Qualità	Tempo	Lavoro	Attrezzature	Costo per pagina	Costo totale
Level C	80h	\$1,200 (\$15/h)	\$1,600 (\$20/h)	\$0,28	\$2,800
Level B	160h	\$3,200 (\$20/h)	\$4,800 (\$30/h)	\$0,80	\$8,000
Level A	320h	\$8,000 (\$25/h)	\$16,000 (\$50/h)	\$2,40	\$24,000

Tabella 6. *Il costo di un intervento di digitalizzazione di 10.000 pagine di un giornale storico rilegate in 20 libri di 500 pagine ciascuno (fonte: Image Access, Quality Controlled Scanning: Frequently Asked Questions)*

Ci si potrebbe domandare se nei bandi di gara sia sempre necessario richiedere che il sistema di acquisizione sia conforme ai livelli più alti delle linee guida FADGI o Metamorfoze o dello standard ISO 19264-1. La risposta non è scontata. Infatti, sebbene sia sempre ottimale dal punto di vista tecnico ottenere la migliore qualità possibile, occorre anche tenere in considerazione l'aspetto economico. La Tabella 6 – elaborata da Image Access, uno dei maggiori produttori a livello mondiale di apparati di acquisizione – riporta una ripartizione dei costi di un progetto per la digitalizzazione di 10.000 pagine di un giornale storico rilegate in 20 libri di 500 pagine ciascuno. Il riferimento è allo standard ISO 19264-1, ma si possono fare considerazioni analoghe anche per le linee guida FADGI o Metamorfoze⁴³. Come si può osservare, il conseguimento di ogni livello superiore richiede un raddoppio del

⁴² Questo dipende dal fatto che a parità di dimensione del sensore CCD o CMOS impiegato nelle fotocamere per acquisire le immagini, un aumento del numero di pixel avrebbe come conseguenza una riduzione della dimensione dei singoli fotorecettori con conseguente diminuzione anche della qualità di acquisizione. Infatti, più aumenta il numero di pixel in un sensore, più i fotorecettori diventano piccoli e questo può comportare delle interferenze tra pixel che devono essere poi corrette via software dal Digital Signal Processor (DSP). Invece, più i fotorecettori sono grandi, più luce riescono a catturare e più si riesce ad avere foto di migliore qualità e con meno "rumore". Cfr. l'articolo online *Quanto è importante il numero di megapixel in una macchina fotografica digitale?*, <<https://tecnicafotografica.dndcom.com/risoluzione-megapixel.html>>.

⁴³ Cfr. Image Access, *Quality controlled scanning: Frequently Asked Questions*, cit.

tempo di lavoro e un aumento della tariffa oraria a causa del livello di qualificazione più elevato da parte degli operatori; analogamente, aumenta anche il costo orario per le apparecchiature⁴⁴. In conseguenza di ciò si può assumere, come regola generale, che il passaggio da un livello a quello successivo comporti una triplicazione del costo per pagina e, quindi, del costo totale. Pertanto, tenendo in debita considerazione anche l'aspetto economico, si può ragionevolmente ritenere che buona parte dei progetti di digitalizzazione del patrimonio culturale possa essere completata con successo utilizzando sistemi di acquisizione conformi ai livelli intermedi (FADGI a "tre stelle", Metamorfoze Light, ISO 19264-1 Level B), mentre sono da sconsigliare i sistemi di acquisizione del livello più basso (FADGI a "una stella" o "due stelle", Metamorfoze Extra Light, ISO 19264-1 Level C), salvo casi particolari e motivati.

Per progetti di digitalizzazione che riguardano documenti di particolare pregio o valore storico artistico, invece, non si può prescindere dal richiedere la conformità ai livelli più elevati (FADGI a "quattro stelle", Metamorfoze (Full), ISO 19264-1 Level A).

In definitiva, in una gara per l'affidamento del servizio di digitalizzazione è sempre importante definire la qualità delle acquisizioni che si intende ottenere, non solo specificando i "consueti" requisiti (come la risoluzione di acquisizione, la profondità del colore e la modalità colore) ma anche facendo riferimento alle linee guida FADGI e Metamorfoze e soprattutto allo standard ISO 19264-1; in aggiunta, sarebbe opportuno chiedere ai partecipanti alla gara di fornire le "prove" della qualità dei sistemi che andranno ad utilizzare – ad esempio attraverso i risultati delle verifiche di qualità condotti mediante le test chart – in modo da consentirne una verifica indipendente.

In considerazione del fatto che un progetto di digitalizzazione del patrimonio culturale è un'attività molto complessa e impegnativa in termini di attrezzature, risorse umane e finanziarie, l'obiettivo che ci si deve porre è quello di mantenere un controllo costante sull'intero sistema di acquisizione per essere sicuri della qualità delle immagini prodotte ed evitare di dover ripetere – a volte anche a distanza solamente di pochi mesi o anni – il lavoro svolto.

⁴⁴ Attualmente un sistema di acquisizione conforme al livello più elevato delle linee guida FADGI (quattro stelle) e Metamorfoze (Full) e dello standard ISO 19264-1 (level A) viene venduto intorno ai 100.000 euro, mentre un sistema di acquisizione conforme al livello intermedio (FADGI due o tre stelle), Metamorfoze Extra Light, viene venduto a meno di 35.000 euro.

The aspect of quality in digitization projects has been and continues to be neglected, with important consequences also in economic terms. In tenders for the outsourcing of digitization services, reference is usually made to certain requirements to ensure the quality of the images that will be produced, such as resolution or color depth, but objective and measurable requirements are almost never specified, thus leaving the door open to free interpretation of the concept of “image quality”. For this reason, there have been cases of digitization projects paid for with public funds and carried out with unsuitable, low-quality equipment, resulting in poor results and the need to repeat the procedure. This demonstrates the urgent need for measurable criteria for image quality. For this purpose, several guidelines and best practices have been proposed over the years, such as the FADGI and Metamorfoze guidelines, and, more recently, the ISO 19264-1 standard, which aims to harmonize the different approaches and develop uniform criteria for assessing the quality of images acquired in cultural heritage digitization projects. This paper aims to provide a reflection on these issues, emphasizing their importance especially in relation to the many digitization projects underway in recent years.

L'ultima consultazione dei siti web è avvenuta nel mese di giugno 2023