

# Nastri magnetici in cassetta da $\frac{1}{4}$ " della *Biblioteca Quadrelli - Crosta*: Progetto di riparazione e ri-lettura

GIOVANNI FRANCO CROSTA \*

**Abstract** — La cassetta con nastro magnetico da  $\frac{1}{4}$ " (*QIC*) fu impiegata negli anni 1980÷2010 per la memorizzazione permanente dei dati in forma numerica. La *QIC* contiene una cinghia in poliuretano termoplastico che con il tempo si degrada, si rompe e rende illeggibili i dati. La *Biblioteca Quadrelli - Crosta* ha un archivio che comprende decine di *QIC*. Tutti i dati di tali *QIC* devono essere letti e trasferiti su supporto di più facile accesso e replicazione. In seguito a numerosi incidenti di lettura comprendenti la rottura della cinghia, il corrugamento del nastro e la fusione di una puleggia si pone la necessità di sostituire le cinghie in opera con altre di più recente fabbricazione. In questo documento si descrivono le caratteristiche costruttive della *QIC*, il processo originale di fabbricazione della cinghia (§ 1) e l'errore progettuale intrinseco alla *QIC*. Essendo le *QIC* ormai fuori produzione e garanzia, è necessario progettarne la riparazione (§ 3) in maniera autonoma. Si descrivono alcuni esperimenti di riparazione (§ 4) e le misure meccaniche eseguite. Infine, § 5, si elencano le specifiche della cinghia di ricambio da sottoporre ad un Fornitore.



FIGURA 1.1

*QIC* modello DC6525 fabbricata da Imation.

## 1 *QIC*: LA CASSETTA CON NASTRO MAGNETICO DA $\frac{1}{4}$ "

Negli anni 1980 numerosi Fornitori immisero nei mercati di consumo e professionale la cassetta contenente nastro magnetico multitraccia largo  $\frac{1}{4}$ ", nota anche come *QIC* da *quarter-inch cartridge*, per la memorizzazione permanente dei dati.

### 1.1 Caratteristiche costruttive della *QIC* e caratteristiche magnetiche del nastro

Una *QIC* modello DC6525 fabbricata da Imation si presenta come in FIGURA 1.1. La costruzione della cassetta si desume dalla vista esplosa di FIGURA 1.2 tratta dalle istruzioni contenute nella confezione di una *QIC* e dal disegno di FIGURA 1.3 tratto dal Brevetto Statunitense di D. P. SMITH ed R. A. VON BEHREN *N.* 4581189 del1986.

Nastro avvolto tutto sulla bobina destra (inizio).  
Righello: centimetrico. Lotto: 0458 030499 USA  
V06 6102 C3 2 6525.

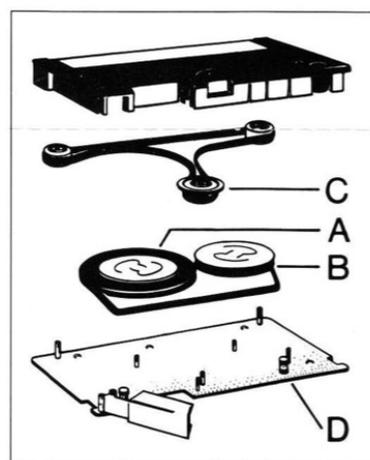


FIGURA 1.2

Vista esplosa di una *QIC* modello DC600A.

\* *Albo degli Ingegneri della Provincia di Milano*: A-31843. *CERT-ing*: MIB-4277-IT20 Modelli matematico-fisici di sistemi dinamici complessi. Posta elettr. ordinaria: Giovanni.Crosta@uml.edu. Posta certificata: giovannifranco.crosta@ingpec.eu. Residenza: via Norcia *N.*10, 20156 MILANO, Lombardia, IT. Abitazione: +39 02 3800 8604.

LEGENDA. **A**: nastro magnetico; il materiale magnetico vi è depositato sulla faccia esterna (frontale nella FIGURA); **B**: bobina con flangia caricata a molla; **C**: puleggia flangiata traente la cinghia; **D**: piastra in alluminio con perni.

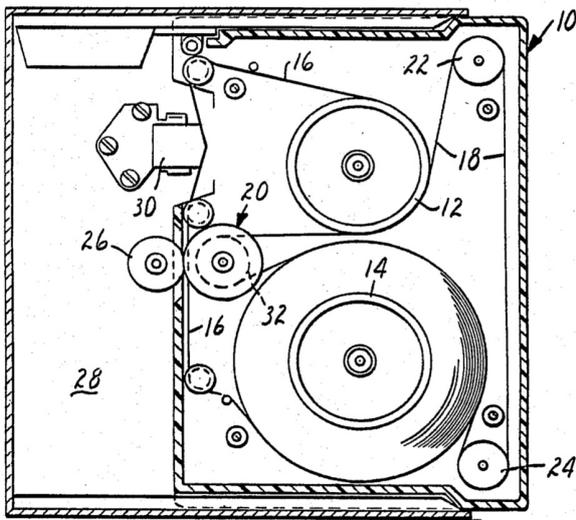


FIGURA 1.3

Disegno della QIC e del vassoio dell'unità nastro.

LEGENDA. 10: cassetta; 12: bobina destra; 14: bobina sinistra; 16: nastro magnetico; il materiale magnetico viè depositato sulla faccia esterna (sinistra nella FIGURA); 18: cinghia elastomerica; 20: puleggia flangiata traente la cinghia; 22, 24: pulegge cilindriche di rinvio della cinghia; 26: puleggia motrice dell'unità nastro a contatto con la puleggia 20; 28: vassoio dell'unità nastro; 30: testa di lettura-scrittura nell'unità nastro; 32: tratto di cinghia che avvolge la puleggia 20 senza toccare il nastro 16.

TABELLA 1.1

Caratteristiche delle QIC fabbricate da 3M (Imation dal 1996).

LEGENDA. L: lunghezza. ft: piedi. N. tr: numero di tracce.  $|\vec{H}|$  Oe: modulo del campo magnetizzante  $\vec{H}$  (necessario a scrivere) in oersted. Cap MB: capacità in megabyte. Dens FTPI: densità in transizioni di flusso magnetico per pollice.

Model DC	L ft	N. tr	$ \vec{H} $ Oe	Cap MB	Dens FTPI
300A	300	4	310	30	8,000
300XLP	450	9	310	45	8,000
600A	620	16	550	60	12,500
6150	620	32	550	150	12,500
6525	1,020	?	550?	525	?

In particolare il nastro è avvolto sulle bobine in modo da tenere la superficie ricoperta di materiale magnetico verso l'esterno. Presumibilmente ciò ha lo scopo di sottoporre lo strato di materiale magnetico esclusivamente a trazione, mai a compressione. La disposizione della cinghia è tale da mettere l'elastomero in contatto col materiale magnetico.

Alcuni dati caratteristici delle QIC sono riportati nella TABELLA 1.1.

## 1.2 Procedimento originale di costruzione della cinghia

La cinghia, di cui la FIGURA 1.4 mostra un segmento, proviene dalla deformazione dell'anello di FIGURA 1.5.

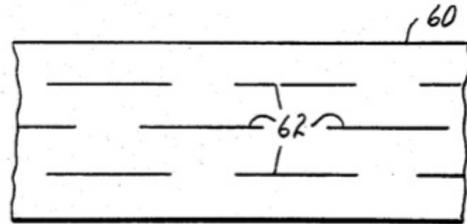


FIGURA 1.4

Segmento di cinghia punzonata.

LEGENDA. 60: cinghia in elastomero (plastic nel testo originale); 62: incisioni longitudinali.

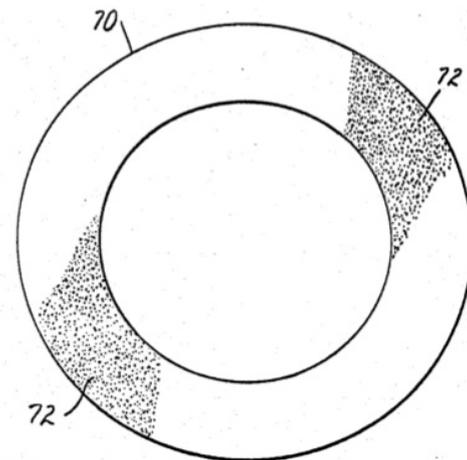


FIGURA 1.5

Anello che dà origine alla cinghia.

LEGENDA. 70: disco tagliato da foglio di materiale polimerico; 72: faccia corrugata del disco.



FIGURA 1.6

Sezione dell'anello.

LEGENDA. 80: sezione dell'anello 70 di FIGURA; 82: deposito avente rugosità  $0.2\mu\text{m}$  picco-picco che rende satinata la superficie; 84: particelle di diametro compreso fra  $0.1$  e  $0.5\mu\text{m}$  inglobate (10% in volume) in legante organico e depositate sulla faccia dell'anello; 86: elastomero (plastic nel testo originale) con superficie lucida.

Per rendere rugosa la faccia della cinghia che entrerà in contatto col nastro o si agisce su una faccia dell'anello (FIGURA 1.6) o si punzona la cinghia appena formata (FIGURA 1.4).

### 1.3 L'errore progettuale intrinseco alla QIC

Come si desume dalla FIGURA 1.3 e da quanto esposto nel § 1.1, la cinghia elastomerica è in contatto con il materiale magnetico deposto sul nastro.

Le conseguenze da prendere in esame sono due.

1) Durante il normale funzionamento della QIC la cinghia elastomerica **può** asportare il materiale magnetico.

2) Dopo anni di magazzinaggio pure in condizioni ammissibili di campo magnetico esterno, temperatura, umidità dell'aria, composizione chimica dell'aria, livelli di radiazione  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  (corrispondenti cioè al solo fondo ambientale) ed intensità delle radiazioni elettromagnetiche (a frequenza più bassa) impiegate nelle telecomunicazioni, la cinghia elastomerica tenuta in posizione fissa **può** reagire chimicamente col materiale magnetico, distaccarlo e disgregarlo.

Dell'asportazione di materiale magnetico da parte della cinghia originale in poliuretano non ci sono risultati sperimentali quantitativi. In particolare, una QIC appena acquistata (anni 1980÷2000) sopportava decine di cicli di lettura e scrittura senza errori con le unità nastro IBM 6157 (per QIC da 300 oersted) ed IBM 7207 (per QIC di capacità compresa fra 150 e 525MB). Più precisamente, gli eventuali errori risultavano correggibili dalla codifica adottata e come tali non venivano segnalati all'utente dai sistemi operativi dell'epoca, IBM AIX versioni 2.2.1, 3.2.5, 4.1 e 4.2.

Viceversa, l'asportazione di materiale magnetico da parte di una cinghia in gomma isoprenica o butadienica usata in recenti (2021-0323) esperimenti è **evidente già dopo una sola lettura** di una QIC modello DC6525 (§ 4.2).

## 2 CONSISTENZA ARCHIVIALE

La consistenza archivistica delle QIC conservate nella *Biblioteca Quadrelli - Cresta* è riassunta dalla TABELLA 2.1 i cui dati non sono però definitivi.

TABELLA 2.1  
Consistenza archivistica **stimata** di QIC presso la  
*Biblioteca Quadrelli - Cresta*.

Model	Fabbric.	N.	Anni
DC300A	3M	≤ 30	1987 ÷ 1995
DC300XLP	3M	≤ 30	1987 ÷ 1995
DC600A	3M	≤ 10	1987 ÷ 1995
DC6150	3M	≤ 30	1992 ÷ 2008
DC6525	3M	≤ 30	1992 ÷ 2008
Altro	Altro	≤ 10	1987 ÷ 1990

## 3 RIPARAZIONE: PROGETTO

In seguito a risposta da *3M Italia* dello scorso 2021-0322 ove si dichiara "3M Italia ha dismesso da molti anni questa linea di prodotti" e non esistendo Riparatori disponibili ad assumere il compito, è necessario progettare un intervento di riparazione articolato in più forme. La riparazione, di seguito definita, dovrà permettere la lettura dei dati memorizzati in una QIC ed il loro versamento ad un supporto fisico di tipo corrente e facilmente replicabile. Tali unità potranno essere dischi magnetici interni a macchine, dischi magnetici portatili, dischi ottici compatti scrivibili una sola volta (CD-WORM), memorie portatili a semiconduttore (penne).

DEF. 1. Per **riparazione** di una QIC si intende qui il montaggio di una cinghia che permetta il funzionamento normale della QIC, ossia l'inserimento in una unità nastro e la sola lettura dei dati.

DEF. 2. A sua volta la riparazione sarà **temporanea** qualora permetta da 2 a 5 tentativi di lettura dei dati senza danno al nastro; completati tali tentativi la cinghia dovrà essere smontata per evitare danno da contatto prolungato col materiale magnetico.

DEF. 3. Viceversa la riparazione sarà **durevole** qualora la cinghia, oltre a permettere la lettura dei dati come sopra, potrà essere lasciata in posizione per qualche tempo, fino ad 1 anno, nelle condizioni ambientali precisate nel § 1.3.

OSS. Non si pretende qui di progettare una riparazione di carattere **definitivo**, tenuto conto di numerosi fattori: l'errore intrinseco nella progettazione della QIC (§ 1.3), la deperibilità di tutti i materiali impiegati, il livello di affidabilità delle apparecchiature e soprattutto il regime normale di funzionamento dell'unità nastro. Tale regime, anche in sola lettura, imprime infatti avviamenti ed arresti rapidi che sollecitano sia la cinghia sia il nastro.

**In sintesi, la riparazione consisterà nella sostituzione della cinghia deteriorata con una pure in poliuretano termoplastico di più recente fabbricazione conforme alle specifiche del § 5 sottostante.**

## 4 RIPARAZIONE: ESPERIMENTI

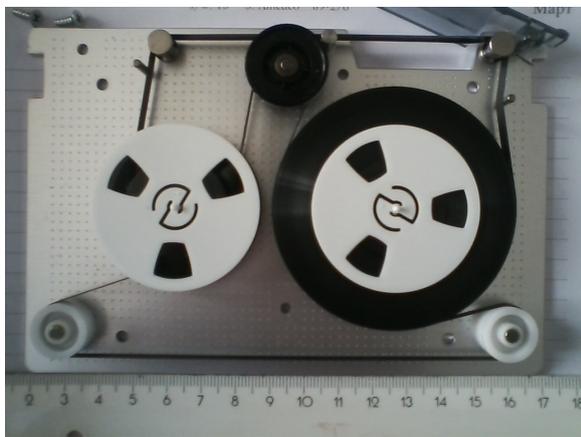
In seguito a rottura dei tre dischi interni (due *MaxTor*, uno *IBM 0662*) ad una macchina *IBM RS/6000 520* si rende necessaria la re-installazione, sui 3 dischi di ricambio (tutti *IBM*), del sistema operativo *IBM AIX 3.2.5* dalla copia "di salvataggio" creata con *smitty backup* su una sola QIC modello *DC6525* nel 2007. Lo scorso 2021-03yy la rottura della cinghia a circa metà re-installazione, oltre ad interrompere il processo, causò un corrugamento del nastro. Analogo incidente si verificò subito dopo nella QIC del medesimo modello che contiene la seconda copia di salvataggio del sistema

operativo. Non esistendo, per la versione di sistema operativo d'interesse, copie su *CD-WORM* (la versione originale ma non personalizzata, di cui la *Biblioteca Quadrelli - Crosta* detiene la licenza, sta in 6 *QIC*), è necessario rendere di nuovo leggibile almeno una delle *QIC* di salvataggio, poi ritentare l'installazione del sistema operativo. Gli eventuali errori, correggibili o no, nei dati letti proverranno da deformazione ed abrasioni del nastro causate dagli incidenti descritti. Su *QIC* di modello *DC6525 N.* sono state eseguite le prove e le misure qui descritte. Per misurare le lunghezze ( $\ell$ ,  $b$ ,  $s$ ) sono stati impiegati righello millimetrato e spessorimetro centesimale *ABC* modello *Ks* (10mm f. s.). La trazione è stata misurata con una bilancia elettronica a gancio di fabbricazione Cinese che indica il decagrammo.

#### 4.1 Rigenerazione di cinghia poliuretanic in acqua bollente

Sono state trattate due cinghie in poliuretano termoplastico.

*Cinghia N.1.* Una *QIC* che non veniva letta da anni e la cui cinghia era integra, è stata aperta. La cinghia, appena smontata, si è arrotolata su se stessa. La cinghia è stata messa in un bicchiere in peltro nel quale è stata versata acqua bollente. Dopo 10" in acqua la cinghia è stata asciugata e rimontata senza cautele. (Non sono stati indossati guanti né maschera né cuffia.) Il risultato è mostrato in *FIGURA 4.1*.



**FIGURA 4.1**  
*QIC* modello *DC6525* senza coperchio.

*Cinghia N.1* in poliuretano termoplastico nero rigenerata e rimontata. Righello: centimetrico.  
Lotto: 030499 USA V06 6102 C3 2 6525.

La *QIC* richiusa è stata letta una volta con unità nastro *IBM 7207-011* (collegata ad *IBM RS/6000 7006 42t*) senza errori.

*Cinghia N.2.* Da una *QIC* del medesimo modello, scritta oltre 10 anni fa e non più letta, è stata smontata la

cinghia. Tale cinghia è stata trattata con acqua bollente come sopra ma non rimessa in servizio perché perforata e lesionata;

La riga 4.1 della *TABELLA 4.1* riporta:  $\ell_0, b_0, s_0$  a riposo della *Cinghia N.2*;  $\ell_1, b_1, s_1$  in trazione della *Cinghia N.1*; la trazione  $F_1$  della *Cinghia N.2* deformata fino alla lunghezza  $\ell_1 = 420$ mm. Tale valore è stato misurato dopo circa 1 minuto dalla deformazione. Il materiale mostra significativo cedimento: la trazione iniziale è infatti compresa fra 1,900 e 2,000 grammi forza.

#### 4.2 Montaggio di cinghia in gomma isoprene-butadiene

Una *QIC* con cinghia integra è stata aperta. La cinghia, appena smontata, si è arrotolata su se stessa. La cinghia è stata messa in un bicchiere in peltro nel quale è stata versata acqua bollente. Dopo 10" in acqua la cinghia è stata asciugata. Essendo la cinghia perforata e lesionata, non è stata rimontata. Indossando guanti e maschera è stato montato un elastico in gomma isoprene-butadiene a fettuccia acquistato anni fa (15?) assieme ad altre forniture per ufficio presso *Office-Max* in Massachusetts. La *QIC* richiusa è stata letta con unità nastro *IBM 7207-011* (collegata ad *IBM RS/6000 7006 42t*) senza errori. La riga 4.2 della *TABELLA 4.1* riporta: gli intervalli di  $\ell_0, b_0, s_0$  a riposo di elastici della medesima fornitura ma non di quello montato; fissato  $\ell_1 = 420$ mm, gli intervalli di  $b_1, s_1$  in trazione misurati sull'elastico montato; infine l'intervallo di  $F_1$  deriva da misure di trazione non sull'elastico montato ma di un campione della fornitura allungato fino a raggiungere  $\ell_1 = 420$ mm. Gli intervalli di valori riflettono sia la disomogeneità del singolo elastico sia la disuniformità nei componenti la fornitura alla quale, d'altra parte, non si impongono particolari requisiti.

**TABELLA 4.1**  
Misure meccaniche sulle cinghie.

**LEGENDA.** § : paragrafo che descrive l'esperimento.  
 $\ell_0$ : lunghezza a riposo.  $b_0$ : larghezza a riposo.  $s_0$ : spessore a riposo.  $\ell_1$ : lunghezza in esercizio.  $b_1$ : larghezza in esercizio.  $s_1$ : spessore in esercizio. Tutte le lunghezze in mm.  $F_1$ : trazione in grammi = forza esercitata sulla cinghia ripiegata per mantenere la lunghezza totale  $\ell_1$ ; valore misurato quando la cinghia è in trazione da 1 minuto.

§	$\ell_0$	$b_0$	$s_0$	$\ell_1$	$b_1$	$s_1$	$F_1$
4.1	210	4.5	0.2	420	3.5	0.15	1,700
4.2	180	5.7	0.8	420	4.0	0.4	690 ÷
	÷	÷	÷		÷	÷	÷710
	200	6.1	1.1		5.0	0.6	890

La *QIC* riaperta è mostrata in *FIGURA 4.2*.

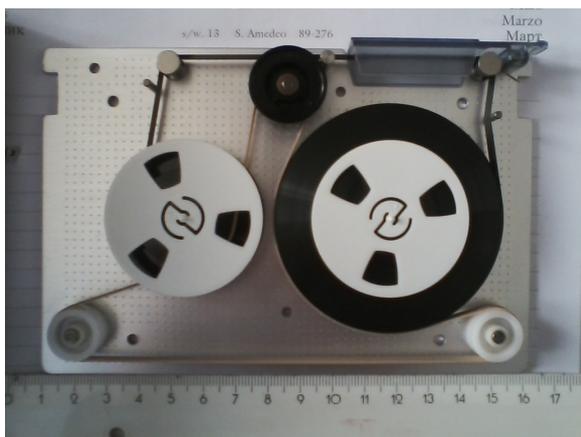


FIGURA 4.2  
QIC modello DC6525 senza coperchio.

Cinghia: elastico commerciale a fettuccia in gomma isoprene-butadiene bianca. Righello: centimetrico.

L'inconveniente principale è l'asportazione di materiale magnetico: già dopo una sola lettura della QIC si scorgono infatti particelle nere depositate casualmente sulla gomma, come mostra la FIGURA 4.3. L'elastico si comporta come una "gomma per cancellare".



FIGURA 4.3  
Elastico bianco coperto di materiale magnetico.

Vista ravvicinata (e parzialmente sfocata) della QIC di FIGURA 4.2. Le particelle nere di materiale magnetico provengono dalla superficie del nastro e aderiscono alla gomma isoprene-butadiene come ad una "gomma per cancellare". La QIC è stata letta una sola volta. Vedere testo sottostante. Righello: centimetrico.

Il differente comportamento (asportazione "trascurabile" da cinghia in poliuretano, asportazione evidente da cinghia in gomma isoprene-butadiene) viene ascritto a differenze nel coefficiente d'attrito fra elastomero e nastro magnetico, maggiore per la gomma.

Come noto, la lettura della QIC col comando `tar -tvf /dev/rmt0` col nastro avvolto all'inizio completamente sulla bobina **destra** comporta 4 fasi di avvolgimento. (1) Avvolgimento sulla bobina **sinistra**. (2) Riavvolgimento sulla bobina **destra**. Le operazioni (1) e (2) assieme equivalgono all'opzione `retension` del comando `tctl`. (3) Avanzamento verso la bobina **sinistra** del nastro a scatti che sono temporizzati dal sistema operativo in base all'interpretazione del contenuto. Il nastro si arresta o perché viene letto il carattere EOF oppure vengono incontrati i due fori che indicano la fine del nastro; (4) Riavvolgimento finale sulla bobina **destra**. Se viene raggiunta la fine del nastro il sistema operativo chiede il montaggio del nastro successivo. Le operazioni comportano il riscaldamento (fino a 40°C?) dell'intera QIC. Non è tuttavia possibile, con gli strumenti a disposizione, stabilire se la temperatura raggiunta dai materiali in contatto durante la lettura della QIC sia maggiore, e di quanto, nel caso di cinghia in gomma isoprene-butadiene.

## 5 SPECIFICHE DELLA CINGHIA DI RICAMBIO

Sulla base degli esperimenti e delle misure sopra descritte si cerca una cinghia di ricambio che dovrebbe avere le seguenti proprietà, tutte riferite a temperatura ambiente ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

*Materiale:* poliuretano termoplastico.

*Dimensioni a riposo* in mm:  $\ell_0$  compreso fra 190 e 210;  $b_0$  compreso fra 3.3 e 4.0;  $s_0 \simeq 0.2$ .

*Dimensioni in servizio* a  $\ell_1 = 420\text{mm}$ :  $b_1$  compreso fra 4 e 5mm;  $s_0$  compreso fra 0.13 e 0.17mm.

*Trazione*  $T_1$  necessaria a mantenere la lunghezza di servizio  $\ell_1 = 420\text{mm}$ : la trazione si misura partendo dalla cinghia ripiegata lunga 95 mm a riposo ed allungando la cinghia ripiegata fino a 210 mm. Appena ottenuto tale allungamento:  $T_1 = 2,000 \pm 150\text{gf}$ ; dopo 1 min:  $T_1 = 1,700 \pm 100\text{gf}$ .

*Rugosità della superficie a contatto col nastro:* compresa fra 1 e 20  $\mu\text{m}$  picco-picco e stimata per la cinghia in servizio.

*Colore della superficie a contatto col nastro:* se fosse chiaro permetterebbe di valutare a vista l'eventuale asporto di materiale magnetico dal nastro.

*Quantità* stimata: 100 pezzi.

Queste specifiche dovrebbero indirizzare il Fornitore verso l'individuazione di un idoneo ricambio.

*Giovanni Franco Crosta*

GIOVANNI FRANCO CROSTA  
Curatore della Biblioteca.  
Milano, 2021-0331

## INDICE

### 1 - *QIC*: LA CASSETTA CON NASTRO MAGNETICO DA $\frac{1}{4}$ "

1.1 - Caratteristiche costruttive della *QIC* e caratteristiche magnetiche del nastro

1.2 - Procedimento originale di costruzione della cinghia

1.3 - L'errore progettuale intrinseco alla *QIC*

FIGURA 1.1. *QIC* modello *DC6525* fabbricata da *Imation*.

FIGURA 1.2. Vista esplosa di una *QIC* modello *DC600A*.

FIGURA 1.3. Disegno della *QIC* e del vassoio dell'unità nastro.

FIGURA 1.4. Segmento di cinghia punzonata.

FIGURA 1.5. Anello che dà origine alla cinghia.

FIGURA 1.6. Sezione dell'anello.

TABELLA 1.1. Caratteristiche delle *QIC* fabbricate da *3M* (*Imation* dal 1996).

### 2 - CONSISTENZA ARCHIVIALE

TABELLA 2.1. Consistenza archivistica **stimata** di *QIC* presso la *Biblioteca Quadrelli - Cresta*.

### 3 - RIPARAZIONE: PROGETTO

#### 4 - RIPARAZIONE: ESPERIMENTI

4.1 - Rigenerazione di cinghia poliuretanic in acqua bollente

4.2 - Montaggio di cinghia in gomma isoprene-butadiene

FIGURA 4.1. *QIC* modello *DC6525* senza coperchio.

FIGURA 4.2. *QIC* modello *DC6525* senza coperchio.

FIGURA 4.3. Elastico bianco coperto di materiale magnetico.

TABELLA 4.1. Misure meccaniche sulle cinghie.

### 5 - SPECIFICHE DELLA CINGHIA DI RICAMBIO