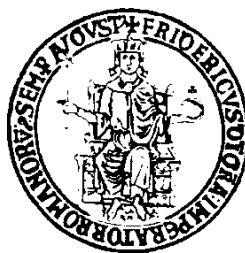


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**Corso di Studi Magistrale in
Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio
Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria per l’Ambiente e il
Territorio
(Classe LM35)**

TESI DI LAUREA

**“La gestione dei consumabili di stampa:
proposta di un modello per l’acquisto verde nella Pubblica
Amministrazione”**

ABSTRACT

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbicino

Correlatore

Ch.mo Prof. Ing. Giovanni De Feo

Candidato

Angelo Mazza

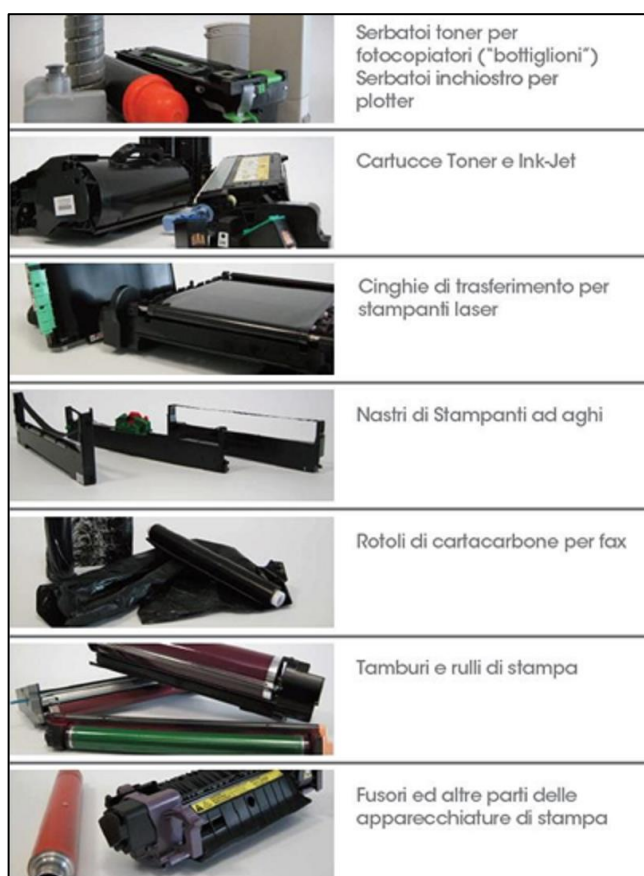
Matricola M67/392

Anno Accademico 2017/2018

L'oggetto di questo elaborato di tesi è quello dei *Consumabili esausti di stampa*, la cui gestione interessa oltre che i 6 milioni di Partite Iva del nostro paese, anche l'intero comparto della Pubblica Amministrazione e ovviamente ogni cittadino privato.

Stiamo parlando di Cartucce toner, laser, Inkjet e Nastri il cui insieme genericamente chiamiamo cartuccia.

In Italia il 90% dei consumabili per la stampa non viene correttamente smaltito, come



indicato dalla legislazione nazionale e comunitaria. Questo vuol dire che 18 milioni di toner finiscono in processi non regolari di smaltimento.

Per quanto riguarda i toner e le cartucce ink-jet, questo tipo particolare di e-waste, viene identificata dai codici CER 08.03.18 e 16.02.16. Alcune tipologie di rifiuti come i consumabili da stampa non possono in essere assimilate agli urbani, e rientrano sempre nel campo dei rifiuti speciali.

Fig. 1.3 – Tipologie di rifiuto dal processo di stampa

Il corretto trattamento dei toner e delle cartucce esauste è così importante perché ci troviamo di fronte a una categoria di rifiuti di altissimo valore, per almeno due motivi: in primo luogo perché possono essere rigenerati, e quindi reimmessi sul mercato senza la necessità di produrre nuovi oggetti, e, in secondo, perché il 95% delle materie prime di cui sono costituiti (plastica, ferro, rame, alluminio, acciaio...), può essere recuperato.

La massiccia diffusione di prodotti informatici degli ultimi anni ha provocato la presenza nelle discariche di enormi quantità di rifiuti elettrici ed elettronici (i cosiddetti RAEE), insieme ad essi sempre più spesso finiscono cartucce ink-jet e toner che, pur un ciclo di vita piuttosto breve, contengono, al loro interno, sostanze tossiche pericolose (dalle polveri di inchiostro ai metalli pesanti) per l'uomo e l'ambiente. Il rischio ambientale più concreto è la contaminazione del suolo e delle acque, infatti basti pensare che i soli polimeri che compongono i toner esausti impiegano dai 450 ai 1000 anni per decomporsi.

Inoltre, il mancato recupero dei materiali di cui sono composti comporta la necessità di estrarre nuove materie prime per la creazione di nuovi oggetti. Queste materie prime, invece di essere riutilizzate, finiscono in discarica "inquinando" i tradizionali rifiuti: basti pensare che, per produrre la scocca di una cartuccia, servono in media 4 litri di petrolio (2,5 per le ink-jet e 6 per le cartucce toner), e che, per lavorare 1 kg di petrolio, sono necessari 18 litri d'acqua.

Chi può essere interessato ad una cartuccia vuota? Partendo dalle risposte a questa domanda si possono subito chiarire molti aspetti. Vediamo:

- a. I rigeneratori
- b. I Produttori di toner nuovi
- c. Gli impianti di smaltimento
- d. Gli impianti di recupero

Questo elaborato di tesi affrontando molteplici tematiche relative ai *Consumabili da stampa* si è posto diversi obiettivi finali.

Un primo obiettivo è stato quello di approfondire il quadro normativo nazionale



evidenziando, il ciclo vita dei toner e le documentazioni richieste nello stesso.

Fig.2 Ciclo vita dei toner

Il ciclo vita è particolarmente snello: il processo di stampa origina il rifiuto il quale deve essere smaltito da normativa in appositi contenitori (ECOBX). Il produttore del rifiuto ne è responsabile in tutti i passaggi fino alla denuncia annuale attraverso il MUD (Modello Unico di Dichiarazione Ambientale)

Il lavoro di tesi, coadiuvato dal percorso di tirocinio presso l'azienda napoletana NaturalMente Srl e presso l'azienda romagnola EcoRecuper Srl, si è posto come ulteriore

obiettivo quello di capire come i toner e le cartucce esauste vengano raccolte, smaltite e rigenerate da aziende operanti sul territorio nazionale.

I dati raccolti presso le aziende hanno evidenziato, le problematiche che attualmente affliggono la filiera dei consumabili da stampa.

Tab.1 Cartucce in ingresso all'impianto di Solarolo (Ra)

Anno	Peso carico netto (Kg)
2010	1.695.945,00
2011	1.766.949,00
2012	1.793.160,00
2013	1.656.384,00
2014	2.173.889,00
2015	2.092.871,00
2016	1.764.517,00
2017	1.634.347,00

La NaturalMente Srl contribuisce alla raccolta del materiale sul territorio campano, fornendo all'azienda romagnola ingenti quantitativi di toner esausti (Tab.2).

Tab.2 Quantitativi di raccolta della Naturalmente Srl

Anno	Peso carico netto (Kg)
2010	25.434,00
2011	25.130,50

2012	20.115,50
2013	16.290,00
2014	11.841,00
2015	27.116,00
2016	41.407,00
2017	32.853,00
2018*	22.066,00
<i>* dati di raccolta al 31/10/2018</i>	

Il materiale giunto all'interno dell'impianto romagnolo segue l'iter operativo, organizzato dall'azienda, allo scopo di recuperare i materiali differenziati avviandoli presso impianti di trattamento, e selezionando le cartucce rigenerabili con l'obiettivo di commercializzarle in Italia e all'estero.

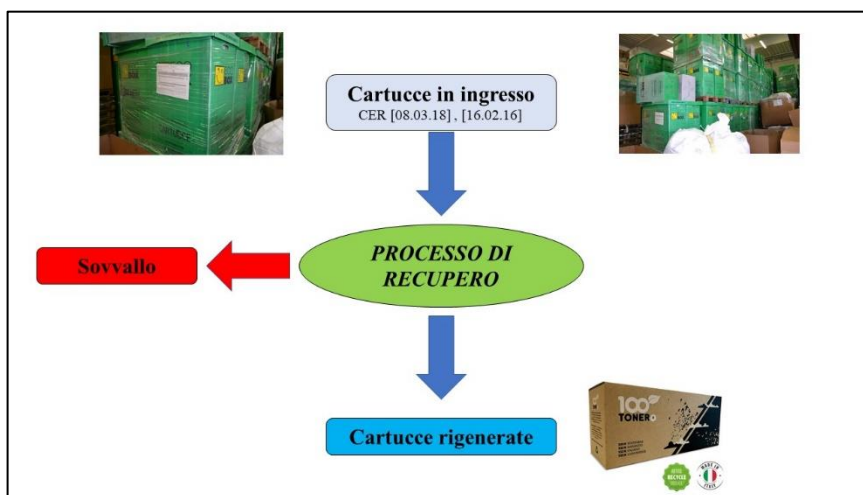


Fig.3 Schema di gestione cartucce in ingresso

Le cartucce in ingresso all'impianto vengono:

- selezionate e suddivise per tipologia;
- smontate e riempite con nuovo inchiostro o polvere di toner;
- testate e confezionate;

ottenendo toner e cartucce rigenerate e il sovrappiù.

Nonostante l'enorme diffusione delle e-mail, della posta certificata, degli e-book e, più in generale, dei servizi online che permettono di svolgere qualsiasi operazione tramite il computer, le stampanti sono ancora le periferiche più usate in ambito privato e lavorativo.

In Italia, attualmente, il mercato dei *Consumabili di stampa* si può suddividere in tre categorie, come si può dedurre dalla Fig. 4.

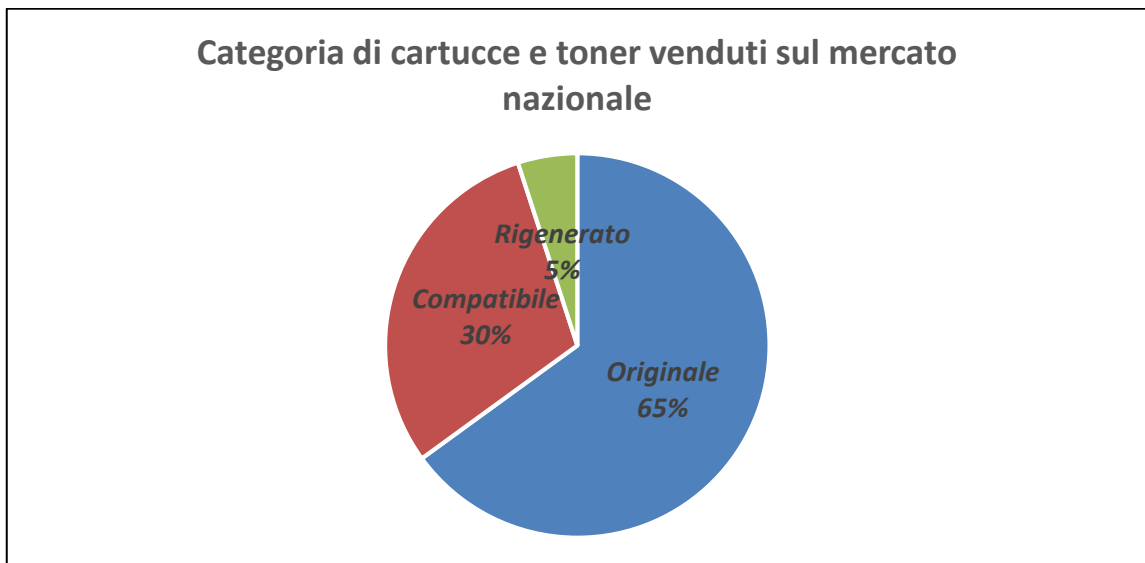


Fig. 4 *Suddivisione del mercato italiano dei consumabili di stampa)*

Anche la Pubblica Amministrazione, come consumatore collettivo, dimostra un peso rilevante nel settore del processo di stampa, con un consumo medio annuale di circa 3.300.000 cartucce e toner, come evidenziato in Fig 5.

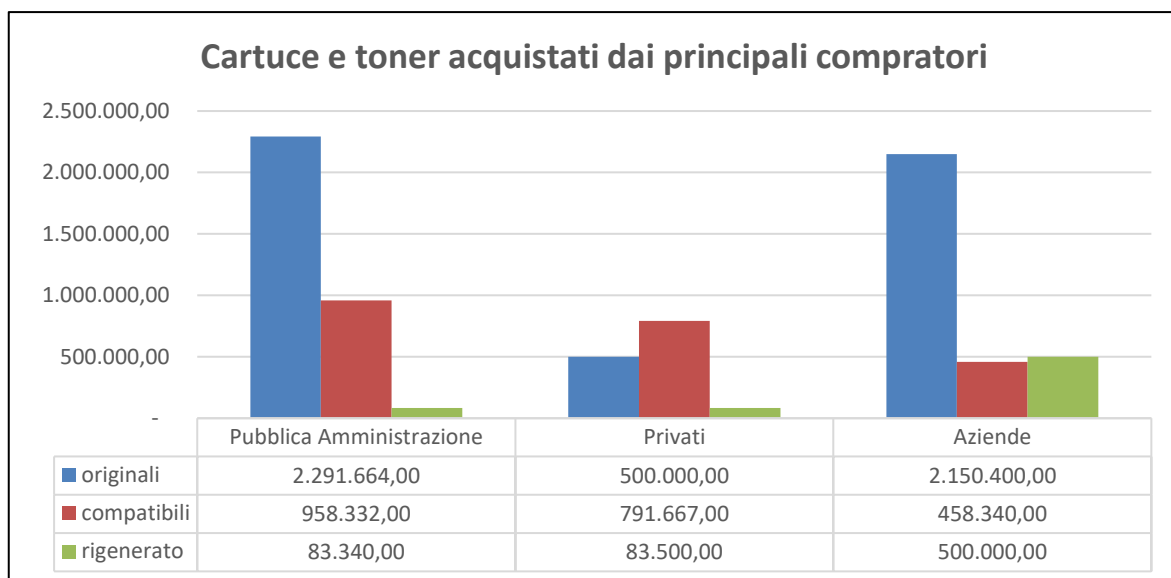


Fig.5 Cartucce e toner acquistati dai principali compratori

Accertata la grandezza del mercato digitale dei consumabili di stampa, si è provveduto ad estrapolare un campione di risultati, utilizzando come parametro di estrazione la fascia prezzo dai 0-1000€ (Tab.3).

Tab.3 Campione di risultati analizzati nel MePa.

	<i>Originali</i>	<i>Compatibili</i>	<i>Ricostruiti</i>	<i>Vaschette</i>	TOT.
Risultati	<i>350.391</i>	<i>131.009</i>	<i>87.592</i>	<i>1.882</i>	570.874
Suddivisione %	<i>61.38</i>	<i>22.95</i>	<i>15.34</i>	<i>0.33</i>	<i>100</i>
Prezzo Medio [€]	<i>182.16</i>	<i>51.03</i>	<i>52.69</i>	<i>31.21</i>	

Come si vede dai grafici (Fig.re 6 - 7) l'offerta risulta molto variegata in funzione del prezzo e della tipologia, mostrando una prevalenza di toner compatibili e rigenerati nelle fasce più basse sinonimo di maggiore attitudine all'acquisto da parte degli utenti.

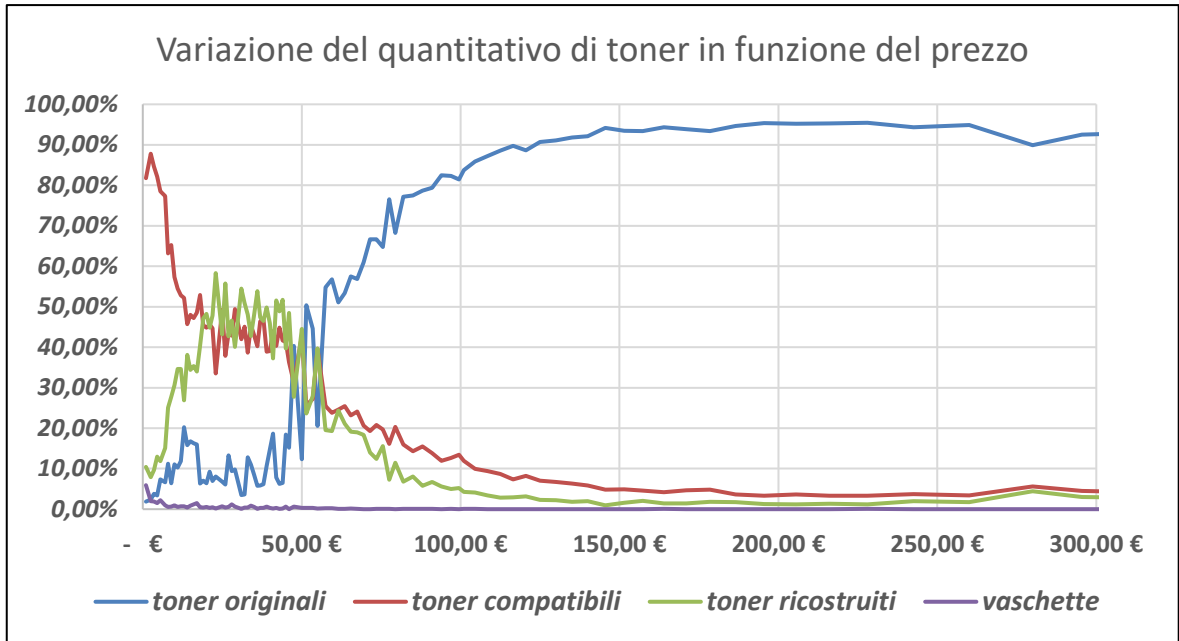


Fig. 6 Variazione dei risultati in funzione del prezzo

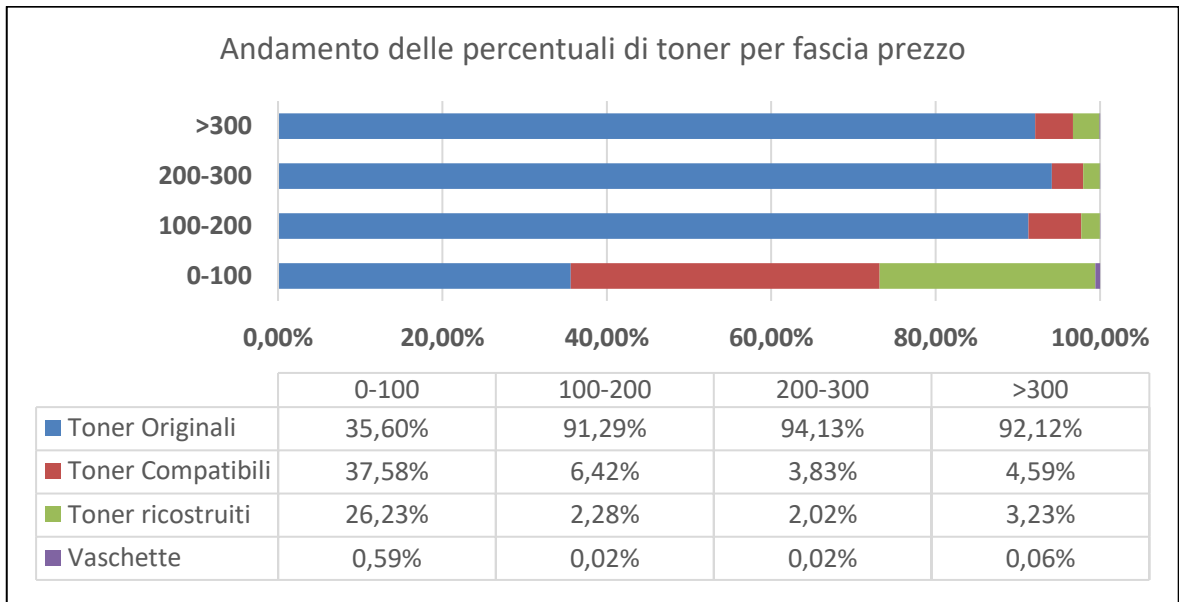


Fig. 7 Andamento delle percentuali di toner per fascia prezzo

Ulteriore parametro analizzato è stato quello degli Acquisti verdi che mi ha consentito di capire se l'offerta rispettasse i Criteri Ambientali Minimi.

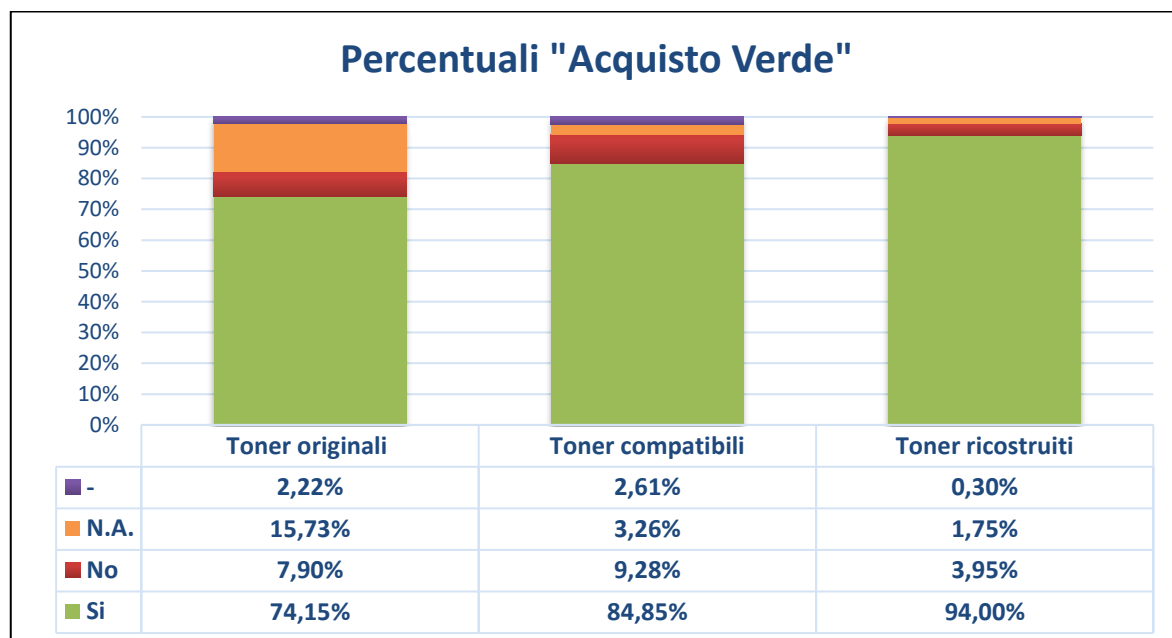


Fig.8 Percentuale di acquisto verde nel campione

Il mercato dei *Consumabili di stampa*, negli ultimi anni ha subito una notevole contaminazione da parte dei *toner non originali* (Fig.9).

L'invasione dei prodotti importati dalla Cina, commercializzati come *compatibili*, ha ridotto la sostenibilità economica della filiera italiana dei consumabili di stampa, favorendo l'incremento, data la difficoltà dei cloni ad essere rigenerati, della percentuale di sovrappeso il quale ha raggiunto la percentuale del 70% su dato nazionale (Fig.11).

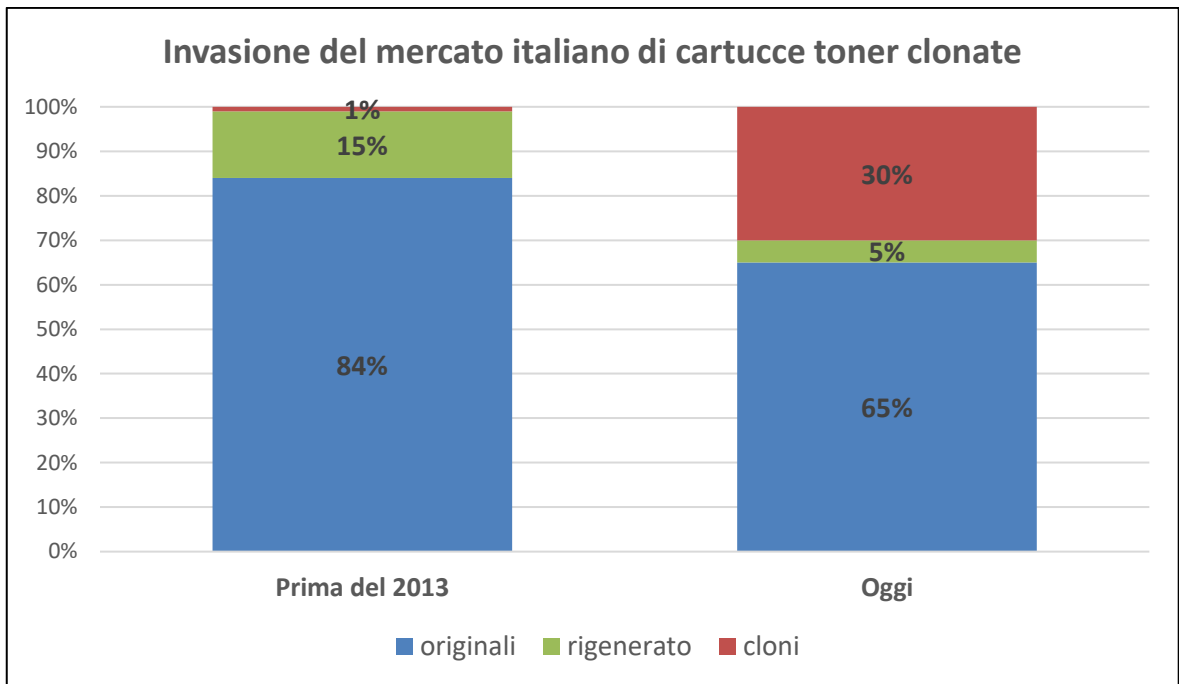


Fig. 9 Invasione dei cloni sul mercato italiano

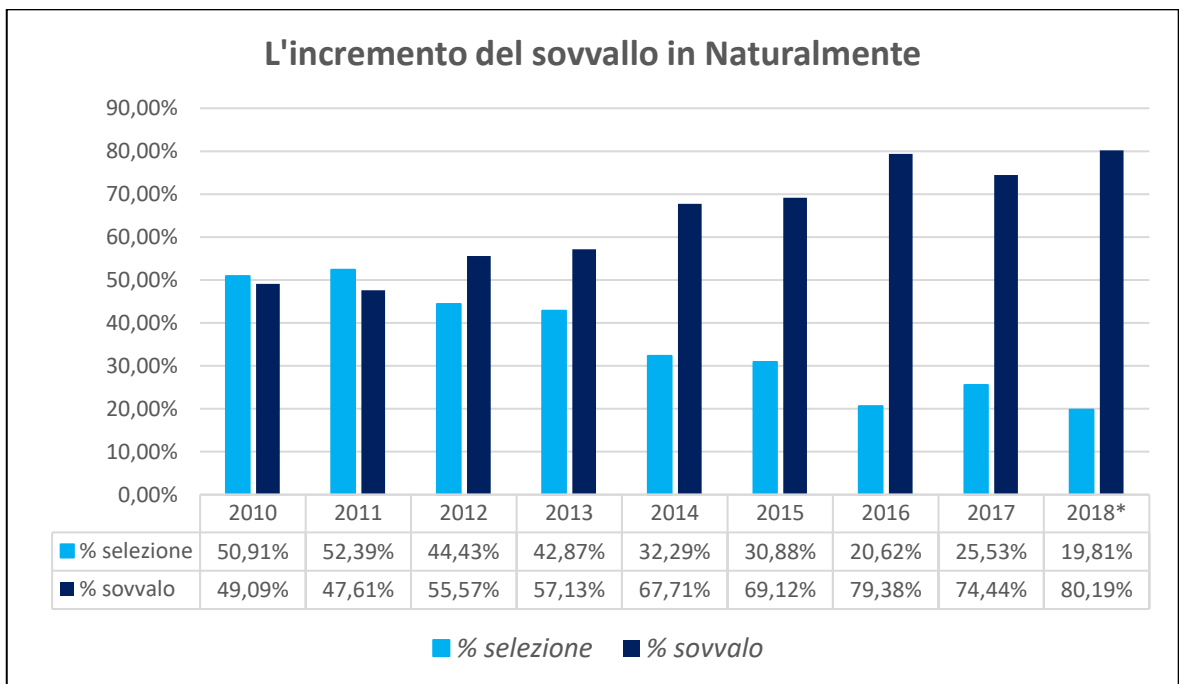


Fig.10 Incremento del sovrapprezzo in Naturalmente

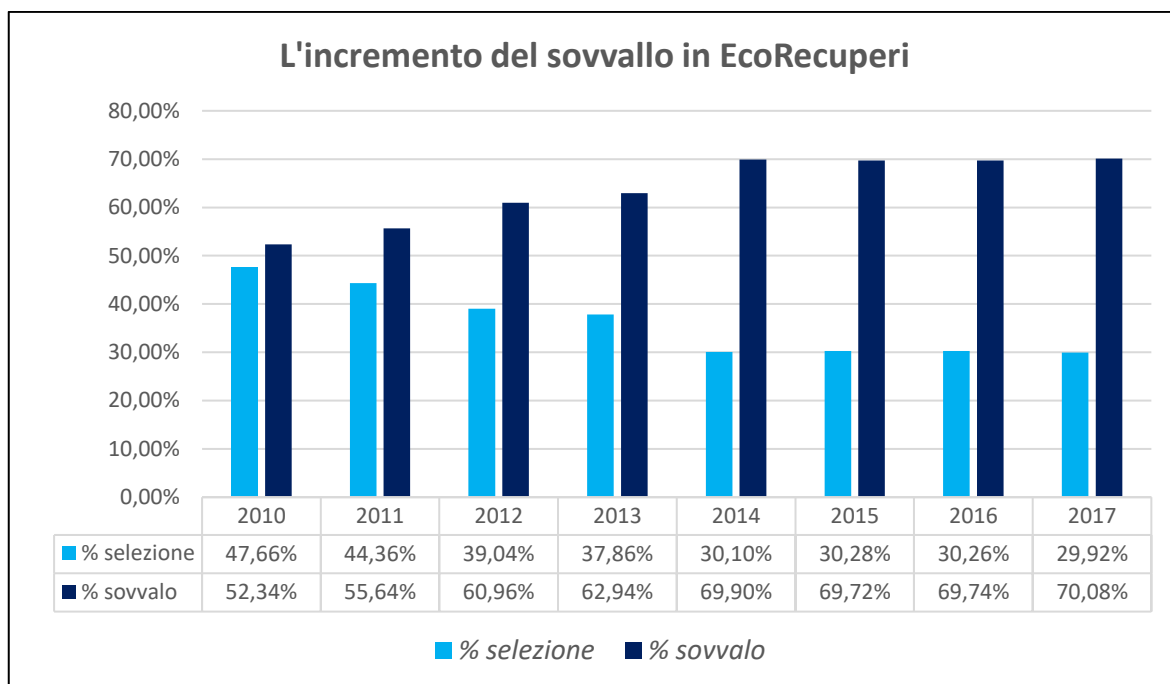


Fig. 11 Incremento del sovrvallo in EcoRecuperi

La percentuale nazionale di sovrvallo, viene frazionata in quote, proporzionali ai materiali individuati durante il processo di selezione adoperato da EcoRecuperi (Tab.4).

Tab.4 Suddivisione del sovrvallo

<u>FRAZIONI SELEZIONATE COME SOVRVALLO</u>						
<i>Imballaggio Carta e Cartone</i>	<i>Imballaggio Plastica</i>	<i>Cartucce Rotte</i>	<i>Polistirolo</i>	<i>Unità Tamburo</i>	<i>Plastica Sporca</i>	<i>Vaschette Bottiglie</i>
10%	4%	44%	1%	2%	3%	36%

L'Università degli Studi di Salerno ha avviato diverse iniziative in ottica Plastic Free per ridurre l'uso delle plastiche in ateneo, tra le quali quella nel settore dei consumabili nata con il presente elaborato. La collaborazione con l'ateneo salernitano mi ha consentito la realizzazione di un progetto indirizzato alle Pubbliche Amministrazioni avente come scopo

quello di orientare gli enti pubblici all'acquisto dei Green Toner in direzione del Green Public Procurement.

Il progetto prevede uno sviluppo operativo in 4 fasi:

- Un'indagine interna ai dipartimenti di Ingegneria;
- L'elaborazione di un processo decisionale coadiuvante nella scelta del toner;
- La redazione di una linea guida di supporto alle Pubbliche Amministrazioni;
- Lo sviluppo di uno strumento digitale automatizzante.

L'indagine presso i dipartimenti ha evidenziato come le due facoltà adottino procedure e criteri di scelta differenti. A Napoli è l'amministrazione di dipartimento ad interfacciarsi sul portale e a ricercare i toner richiesti dai docenti. A Salerno sono gli stessi docenti che con criteri personali acquistano i consumabili sul MePA.

Per individuare i Green Toner, ho deciso di utilizzare come tecnica di scelta l'Analisi Multicriterio ovvero una tecnica di valutazione di diversi oggetti di un insieme (le Alternative) sulla base di un certo numero di Criteri stabiliti dal Decisore.

La procedura decisionale è stata utilizzata riferendosi alle alternative individuate sul MePa per le periferiche di stampa del Relatore (Hp laser-jet 1020) e del Correlatore (Samsung MLT D103L) i quali sono stati usati come utenti rappresentativi della Pubblica Amministrazione.

Per la valutazione del *green index* si è ritenuto opportuno considerare dei criteri che hanno consentito di stabilire, attraverso un semplice modello di calcolo, quali toner risultavano ideali nella prospettiva del plastic free.

Tali criteri sono:

- *Tipologia di consumabile (Descrizione tecnica);*
- *Acquisto verde;*
- *Prezzo.*

Dallo studio del MePa si è potuto constatare che le *tipologie di consumabile* presenti sul mercato digitale erano:

- *Cartucce e Toner ink-laser Originale,*
- *Cartucce e Toner ink-laser Compatibile,*
- *Cartucce e Toner ink-laser Ricostruiti;*
- *Vaschetta recupero toner.*

Nell'analisi si è deciso di accorpare le tipologie *Compatibile* con quella delle *Vaschette*, per facilitare il processo decisionale.

L'analisi dell'indice *green* si è posta tra i diversi obiettivi, anche quello di valutare, toner per toner, quale alternativa offerta rispettasse la definizione di *Acquisto Verde*. Tale metodologia ha previsto quattro possibili alternative:

- *Si*
- *No*

- *N.A. (Non Applicabile)*
- -

Per quanto attiene al criterio del *Prezzo*, si è fatto riferimento a tre categorie:

- *Prezzo > 70% del Prezzo dell'alternativa più costosa;*
- *Prezzo < 50% del Prezzo dell'alternativa più costosa;*
- *50% del Prezzo dell'alternativa più costosa < Prezzo < 70% del Prezzo dell'alternativa più costosa.*

Tali categorie, in funzione dell'esperienza di tirocinio effettuata, sono state scelte per declassare le alternative meno costose, indicative di prodotti che non rientrando nella sostenibilità economica dei rigeneratori certificati, evidenziando una provenienza non affidabile.

Una volta individuati i criteri si è passati all'analisi e la valutazione del *green index* attraverso le seguenti fasi:

- Costruzione della matrice delle alternative per le due periferiche in esame;
- Gerarchizzazione dei criteri in funzione dell'obiettivo plastic free;
- Attribuzione dei valori alle varie combinazioni tipologiche.
- Calcolo dell'IMG (indice medio green) per le periferiche.

La matrice delle alternative è costituita da N righe in funzione delle alternative individuate sul Mepa e dà 3 colonne in funzione dei parametri scelti.

Tab. 6 Matrice delle alternative per Hp laser-jet 1020

Toner	Prezzo	Acquisti Verdi	Descrizione tecnica
T1	Prezzo: 5.42€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T2	Prezzo: 6.54€	NO	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T3	Prezzo: 8.5€	SI	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T4	Prezzo: 8.83€	SI	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T5	Prezzo: 11.2€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T6	Prezzo: 11.2€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T7	Prezzo: 11.2€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T8	Prezzo: 11.2€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T9	Prezzo: 13.9659€	SI	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T10	Prezzo: 14€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T11	Prezzo: 19€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T12	Prezzo: 20€	SI	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T13	Prezzo: 25€	NO	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T14	Prezzo: 29.705€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T15	Prezzo: 30.996€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T16	Prezzo: 31.97€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T17	Prezzo: 32.288€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T18	Prezzo: 33.579€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T19	Prezzo: 36.162€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T20	Prezzo: 38.745€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T21	Prezzo: 44.5€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T22	Prezzo: 46.236€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T23	Prezzo: 55€	SI	Cartucce e toner ink-laser originali
T24	Prezzo: 69.9€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser originali

Tab.7 Matrice delle alternative per Samsung MLT D103L

Toner	Prezzo	Acquisti Verdi	Descrizione tecnica
T1	Prezzo: 9.888€	N.A.	Vaschetta recupero toner
T2	Prezzo: 12.23€	SI	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T3	Prezzo: 12.65€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T4	Prezzo: 13.9€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T5	Prezzo: 17.04€	SI	Cartucce e toner ink-laser ricostruiti
T6	Prezzo: 19.6€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T7	Prezzo: 24.9€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T8	Prezzo: 27.16€	-	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T9	Prezzo: 31.9696€	SI	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T10	Prezzo: 37.55€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T11	Prezzo: 43.56€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T12	Prezzo: 45.082€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T13	Prezzo: 45.082€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T14	Prezzo: 47.08€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T15	Prezzo: 49€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T16	Prezzo: 50.05€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T17	Prezzo: 51.5€	NO	Cartucce e toner ink-laser originali
T18	Prezzo: 55.36€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T19	Prezzo: 57.4€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser originali
T20	Prezzo: 58.55€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser originali
T21	Prezzo: 58.84€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser originali
T22	Prezzo: 59.89€	NO	Cartucce e toner ink-laser originali
T23	Prezzo: 73.82€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser compatibili
T24	Prezzo: 79€	NO	Cartucce e toner ink-laser originali
T25	Prezzo: 84€	N.A.	Cartucce e toner ink-laser originali

La fase di gerarchizzazione ha consentito di determinare quale elemento causasse un effetto positivo minore o maggiore. In riferimento al criterio del prezzo, grazie al lavoro di tirocinio in azienda, si è ritenuto considerare che le alternative con prezzi contenuti nel range tra il 50% e il 70% del prezzo dell'alternativa più costosa proposta, fosse indicatore di toner realmente rigenerate e quindi meritevoli di un effetto positivo maggiore. Con la stessa logica sono stati gerarchizzati gli altri criteri.

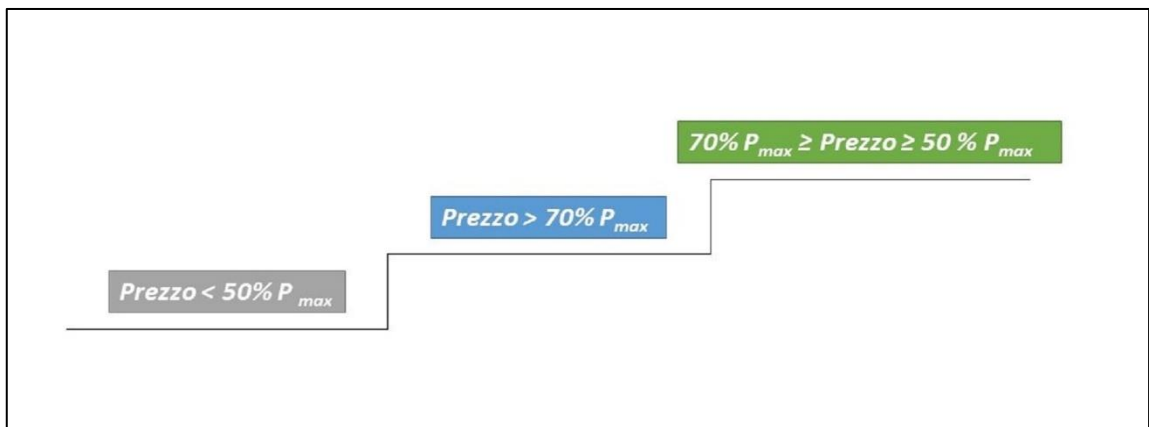


Fig.12 Gerarchizzazione Prezzo

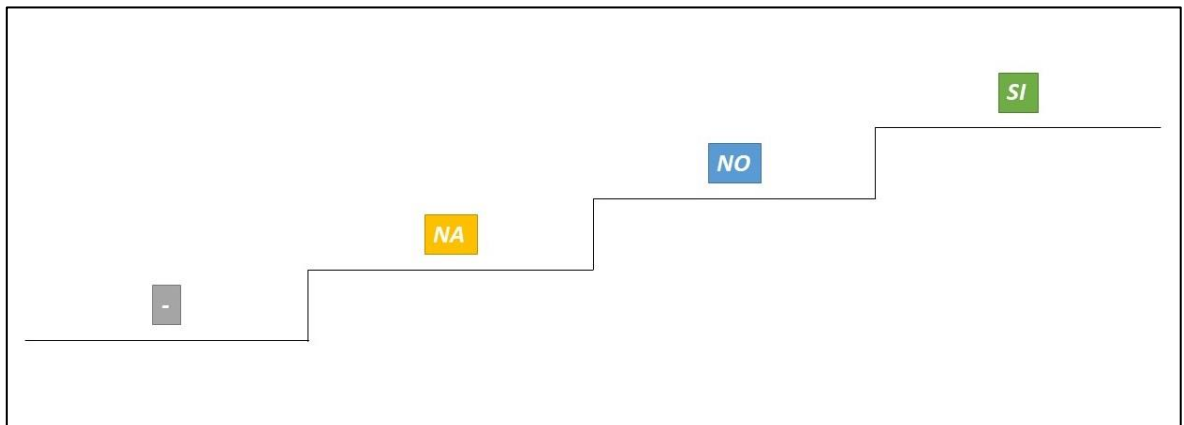


Fig. 13 Gerarchizzazione Acquisto Verde

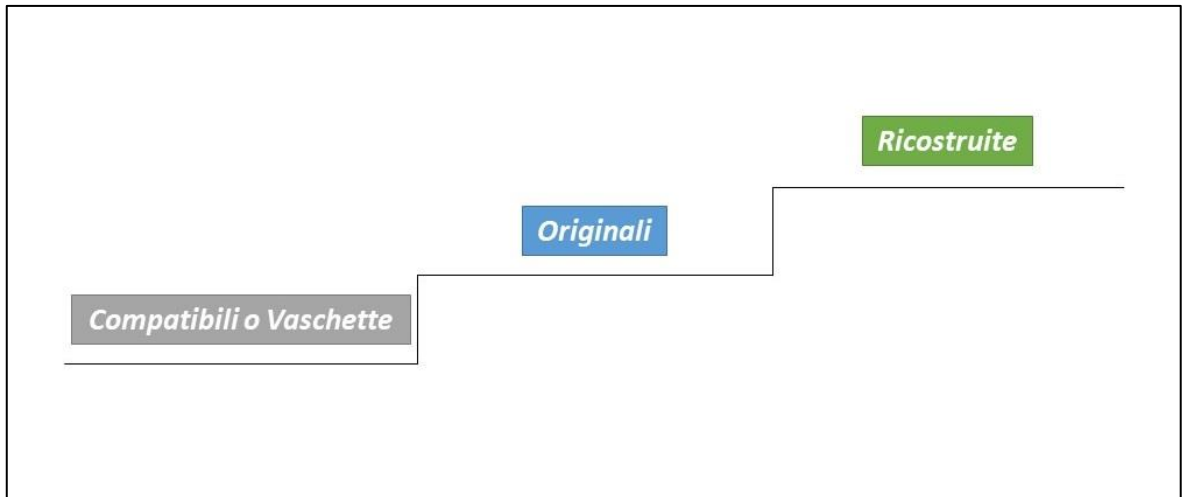


Fig. 14 Gerarchizzazione Tipologia di Consumabile

Nella terza fase si è proceduti all'attribuzione dei valori per le varie combinazioni mediante il metodo di seguito riportato, ponendo attenzione particolare ai risultati della gerarchizzazione.

Date **n** combinazioni si è utilizzato il seguente algoritmo:

$\frac{1}{n}$ per la suddivisione dell'unità con riferimento alle "n" combinazioni;

$\frac{1}{2n}$ per l'assegnazione del valore minimo;

$\frac{1}{n} + \frac{1}{2n}$ per l'assegnazione dei valori successivi, andando ad incrementare il numeratore del primo termine (da **1** ad **n-1**).

Prezzo (n = 3)

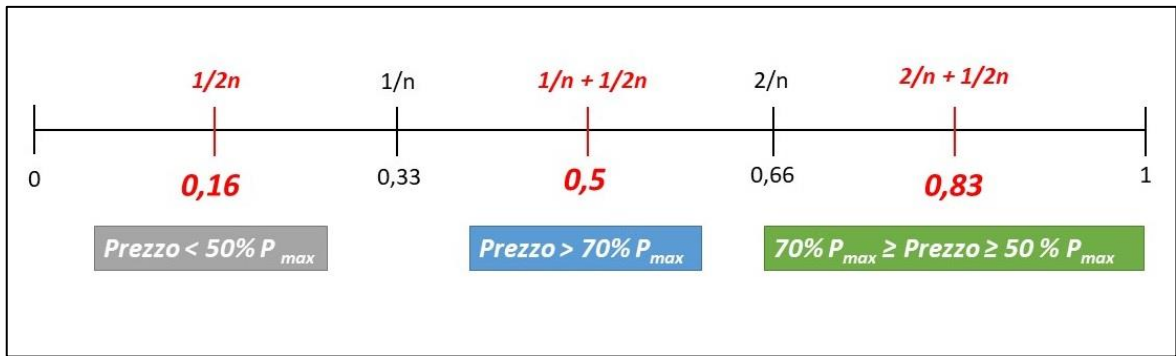


Fig. 14 Attribuzione dei valori alla fascia Prezzo

Acquisti Verdi (n = 4)

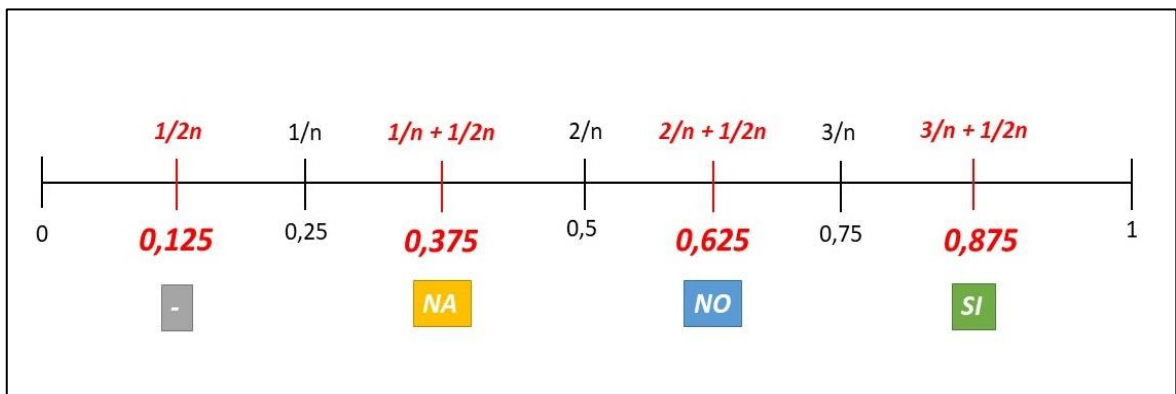


Fig. 15 Attribuzione dei valori agli Acquisti Verdi

Tipologia di Consumabile (n = 3)

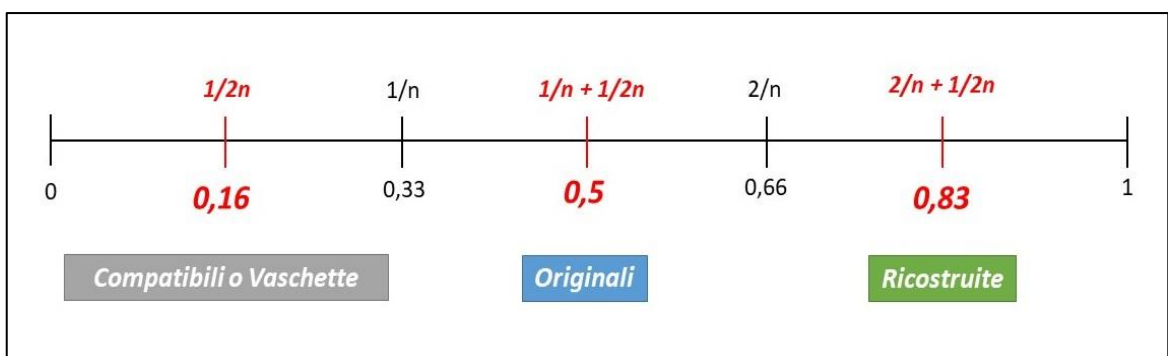


Fig. 16 Attribuzione dei valori alle Tipologie di Consumabil

I risultati delle fasi sono stati poi combinati per produrre una stima del *green index* attraverso il calcolo dell'**IMG** (*indice medio green*), ottenuto effettuando una media aritmetica dei valori assegnati, che sono stati poi organizzati in una matrice dei valori delle alternative normalizzata.

La matrice normalizzata (Tab.9) è stata calcolata dividendo i valori delle varie combinazioni tipologiche (Tab.8) per i rispettivi massimi, (es.: Prezzo: $0.16/0.83 = 0.193$).

Tab.8 Matrice dei valori delle alternative per Hp laser-jet 1020

<i>Toner</i>	<i>Prezzo</i>	<i>Acquisti Verdi</i>	<i>Descrizione tecnica</i>
T1	0,16	0,125	0,16
T2	0,16	0,625	0,83
T3	0,16	0,875	0,16
T4	0,16	0,875	0,83
T5	0,16	0,125	0,16
T6	0,16	0,125	0,16
T7	0,16	0,125	0,16
T8	0,16	0,125	0,16
T9	0,16	0,875	0,16
T10	0,16	0,125	0,16
T11	0,16	0,375	0,16
T12	0,16	0,875	0,16
T13	0,16	0,625	0,16
T14	0,16	0,375	0,83
T15	0,16	0,375	0,83
T16	0,16	0,375	0,16
T17	0,16	0,375	0,83
T18	0,16	0,375	0,83
T19	0,83	0,375	0,83
T20	0,83	0,375	0,83
T21	0,83	0,375	0,83

T22	0,83	0,375	0,83
T23	0,5	0,875	0,5
T24	0,5	0,375	0,5

Tab.9 Matrice dei valori delle alternative normalizzata per Hp laser-jet 1020

Toner	Prezzo	Acquisti Verdi	Descrizione tecnica	IMG
T1	0,193	0,143	0,193	0,176
T2	0,193	0,714	1,000	0,636
T3	0,193	1,000	0,193	0,462
T4	0,193	1,000	1,000	0,731
T5	0,193	0,143	0,193	0,176
T6	0,193	0,143	0,193	0,176
T7	0,193	0,143	0,193	0,176
T8	0,193	0,143	0,193	0,176
T9	0,193	1,000	0,193	0,462
T10	0,193	0,143	0,193	0,176
T11	0,193	0,429	0,193	0,271
T12	0,193	1,000	0,193	0,462
T13	0,193	0,714	0,193	0,367
T14	0,193	0,429	1,000	0,540
T15	0,193	0,429	1,000	0,540
T16	0,193	0,429	0,193	0,271
T17	0,193	0,429	1,000	0,540
T18	0,193	0,429	1,000	0,540
T19	1,000	0,429	1,000	0,810
T20	1,000	0,429	1,000	0,810
T21	1,000	0,429	1,000	0,810
T22	1,000	0,429	1,000	0,810
T23	0,602	1,000	0,602	0,735
T24	0,500	0,429	0,602	0,510

Tab.8.1 Matrice dei valori delle alternative per Samsung MLT D103L

Toner	Prezzo	Acquisti Verdi	Descrizione tecnica
T1	0,16	0,375	0,16
T2	0,16	0,875	0,83
T3	0,16	0,375	0,16
T4	0,16	0,125	0,16
T5	0,16	0,875	0,83
T6	0,16	0,125	0,16
T7	0,16	0,125	0,16
T8	0,16	0,125	0,16
T9	0,16	0,875	0,16
T10	0,16	0,375	0,16
T11	0,83	0,375	0,16
T12	0,83	0,375	0,16
T13	0,83	0,375	0,16
T14	0,83	0,375	0,16
T15	0,83	0,375	0,16
T16	0,83	0,375	0,16
T17	0,83	0,625	0,5
T18	0,83	0,375	0,16
T19	0,83	0,375	0,5
T20	0,83	0,375	0,5
T21	0,5	0,375	0,5
T22	0,5	0,625	0,5
T23	0,5	0,375	0,16
T24	0,5	0,625	0,5
T25	0,5	0,375	0,5

Tab.9.1 Matrice dei valori delle alternative normalizzata per Samsung MLT D103L

Toner	Prezzo	Acquisti Verdi	Descrizione tecnica	IMG
T1	0,193	0,429	0,193	0,271
T2	0,193	1,000	1	0,731
T3	0,193	0,429	0,193	0,271
T4	0,193	0,143	0,193	0,176
T5	0,193	1,000	1	0,731
T6	0,193	0,143	0,193	0,176
T7	0,193	0,143	0,193	0,176
T8	0,193	0,143	0,193	0,176
T9	0,193	1,000	0,193	0,462
T10	0,193	0,429	0,193	0,272
T11	1,000	0,429	0,193	0,541
T12	1,000	0,429	0,193	0,541
T13	1,000	0,429	0,193	0,541
T14	1,000	0,429	0,193	0,541
T15	1,000	0,429	0,193	0,541
T16	1,000	0,429	0,193	0,541
T17	1,000	0,714	0,602	0,772
T18	1,000	0,429	0,193	0,541
T19	1,000	0,429	0,602	0,677
T20	1,000	0,429	0,602	0,677
T21	0,602	0,429	0,602	0,544
T22	0,602	0,714	0,602	0,639
T23	0,602	0,429	0,193	0,408
T24	0,602	0,714	0,602	0,639
T25	0,602	0,429	0,602	0,544

Dall'analisi effettuata si evidenzia come per la stampante del Docente Fabbricino, i toner che meglio rispondono ai requisiti Plastic Free sono i T19-T22, mentre per la stampante del Docente De Feo la soluzione migliore sarebbe la T17.

Il principio da rispettare, nel momento in cui l'analisi evidenzia più di una soluzione, è quello del *minore prezzo*, avente come obiettivo la riduzione della spesa pubblica.

Rispettando il principio, risulta che l'alternativa migliore nel caso della stampante Hp LaserJet 1020 risulta essere l'alternativa T19.

Sulla base di quanto emerso dalle indagini presso i dipartimenti universitari e della metodologica decisionale proposta, il progetto si è orientato anche alla redazione di una guida da fornire alle Pubbliche Amministrazioni.

La *Guida per l'Acquisto dei Green Toner* (Fig.17) nasce con l'intento di promuovere e diffondere l'uso di buone pratiche ambientali nella Pubblica Amministrazione e di fornire un supporto nelle scelte relative all'acquisto dei *consumabili di stampa* a basso impatto ambientale, che consentano l'uso responsabile di risorse naturali e di energia.



Fig. 17 Guida per l'Acquisto dei Green Toner

Ulteriore fase del progetto è stata quella di elaborare Gre.To., un prototipo di software che nasce con lo scopo di coadiuvare l'utente della Pubblica Amministrazione nel processo di scelta dei Green Toner.

Lo strumento di supporto è capace, grazie all'implementazioni di varie macro excel, di automatizzare la procedura di scelta proposta selezionando le alternative migliori fra quelle individuate sul portale.



Fig. 18 Logo del software Gre.To.

L'attività di tesi svolta ha consentito di concludere che:

- Esiste una anomalia procedurale nella corretta identificazione dei toner esausti, la quale può condurre il produttore del rifiuto in errore dato che bisognerebbe distinguere nella fase di transcodifica il contenuto dal contenitore;

- Il mercato nazionale dei Consumabili da stampa è afflitto da fenomeni di contraffazione e di clonazione illegale che, hanno determinato la crisi di numerose imprese operanti nel settore della rigenerazione;
- La Pubblica Amministrazione, come principale consumatrice di consumabili, in maniera disomogenea non rispetta i Criteri Ambientali Minimi nel momento dell'acquisto, favorita dall'assenza di un organo di controllo preposto;
- La filiera di rigenerazione non ha ancora avviato un sistema di tracciabilità, nonostante l'iniziativa di *Blockchain nei processi industriali* dell'azienda EcoRecuperi, che garantisca tutte le parti coinvolte affermando l'autenticità dei toner rigenerati;
- Lo strumento di supporto decisionale proposto deve essere maggiormente implementato al fine di migliorare la sensibilità e le scelte della Pubblica Amministrazione in ottica del Green Public Procurement.