

POSITION PAPER GM8 – 26.4

MISURAZIONE DEI RIFIUTI CONFERITI AI FINI DELLA TARIP

Progetto di norma UNI



Luglio 2026

Indice

Sommario

1. Introduzione
2. Perché una norma tecnica per l’ecosistema TARIP
3. Raccolta porta a porta: identificazione e misura del conferimento
4. Interoperabilità, operatività offline e continuità del servizio
5. Raccolta collettiva: architettura e identificazione dell’utenza
6. Modalità di quantificazione nel conferimento collettivo
7. Sicurezza, integrità del dato e garanzie metrologiche proporzionate
8. Modello informativo e interoperabilità end-to-end
9. Benefici attesi della norma
10. Contenuti proposti per la futura norma UNI
11. Conclusioni

Sommario

La tariffazione puntuale dei rifiuti richiede che ogni conferimento rilevante ai fini tariffari sia ricondotto in modo certo all'utenza e ad una quantità attribuita con criteri trasparenti, ripetibili e verificabili.

Il progetto di norma UNI1612790 nasce dall'esigenza di trasformare questa finalità in un quadro tecnico comune capace di comprendere modelli di raccolta molto diversi, senza vincolare il mercato a un singolo costruttore, a una specifica architettura informatica o a una sola tecnologia di identificazione e misura.

Nel porta a porta, il conferimento è normalmente ricostruito attraverso il conteggio di sacchi o mastelli associati all'utenza mediante Tag. In tale contesto il Tag non svolge soltanto una funzione di identificazione: la disponibilità di informazioni strutturate direttamente sul supporto può aumentare la sicurezza antifrode, ridurre gli errori di raccolta, consentire verifiche di coerenza sulla frazione e sul volume e, soprattutto, permettere al Lettore di operare anche in assenza di connettività continua.

La norma proposta dovrebbe quindi definire non solo l'univocità del Tag, ma anche un insieme minimo e interoperabile di informazioni applicative, criteri di protezione dei dati e regole uniformi per la registrazione degli eventi.

L'operatività offline dei Lettori costituisce un requisito di servizio e non un elemento accessorio. I mezzi di raccolta devono poter completare le operazioni anche in aree con copertura discontinua o assente, senza introdurre rallentamenti dovuti alla necessità di interrogare in tempo reale sistemi centrali. La presenza di dati strutturati nel Tag, l'uso di Black List locali, la registrazione protetta degli eventi e la successiva sincronizzazione asincrona consentono di combinare rapidità operativa, tracciabilità e sicurezza proporzionata al rischio effettivo.

Nel conferimento collettivo la misura è invece associata a un evento autorizzato presso un contenitore utilizzato da più utenti. La norma deve quindi coordinare identificazione dell'utenza, autorizzazione all'accesso, acquisizione della quantità, registrazione dell'esito e trasferimento sicuro dei dati. Accanto alla bocca a volumetria fissa, ai sistemi che determinano dinamicamente il volume o una classe volumetrica e alla pesatura, assume particolare interesse il controllo dinamico di conformità a volume predefinito: in questa configurazione il sensore non determina la quantità tariffaria, ma verifica che il conferimento sia compatibile con la classe nominale attribuita.

Anche nel conferimento collettivo, l'operatività offline dei Lettori costituisce un requisito di servizio e non un elemento accessorio.

Nei sistemi di conferimento collettivo, l'interoperabilità dovrebbe estendersi anche alle credenziali digitali e alle APP utilizzate per il conferimento e la manutenzione dei dispositivi. La definizione di modalità comuni di identificazione, autorizzazione e interazione con i Lettori può favorire la sostituibilità degli apparati e dei fornitori e, al tempo stesso, consentire un accesso più uniforme al servizio anche da parte di utenti occasionali o temporanei, quali utilizzatori di seconde case e turisti, senza rendere necessario l'impiego di specifiche credenziali o applicazioni proprietarie per ciascuna infrastruttura.

Il Position Paper propone pertanto una norma prestazionale, tecnologicamente neutrale e basata sull'interoperabilità. La standardizzazione dovrebbe riguardare le funzioni essenziali — identificazione, quantificazione, sicurezza, registrazione, comunicazione e gestione delle configurazioni — lasciando ai costruttori libertà sulle soluzioni implementative. In tale quadro la separazione tra sistemi operativi di raccolta e Sistema di Acquisizione Centrale consente di preservare gli investimenti, facilitare la sostituzione di componenti e fornitori e rendere meno onerosi i cambi di concessione o di gestore operativo.

1. Introduzione

Il passaggio da forme di tariffazione presuntiva a modelli nei quali il corrispettivo è collegato alla quantità di rifiuto effettivamente attribuita alla singola utenza modifica il ruolo dei sistemi tecnici utilizzati per la raccolta. Il dato generato sul territorio non è più soltanto un'informazione gestionale, ma diviene uno degli elementi utilizzati per la determinazione del servizio reso e, conseguentemente, della tariffa.

Il D.M. 20 aprile 2017 costituisce il principale riferimento nazionale per i criteri di misurazione puntuale dei rifiuti conferiti. La bozza di norma UNI oggetto del presente Position Paper amplia tale quadro con un approccio sistemico: non si limita a indicare come determinare una quantità, ma affronta anche l'identificazione dell'utenza, la sicurezza dei supporti, l'operatività in campo, la tracciabilità degli eventi e l'interoperabilità tra dispositivi e piattaforme software.

La necessità di un riferimento tecnico comune deriva dalla frammentazione dell'attuale ecosistema. Nei sistemi porta a porta convivono sacchi e mastelli con Tag, Lettori manuali o installati sui mezzi, banche dati locali, piattaforme dei soggetti incaricati della raccolta e sistemi centrali del Gestore. Nei sistemi collettivi si aggiungono cassonetti meccatronici, credenziali fisiche o dematerializzate, sistemi di autorizzazione, sensori di quantificazione, applicazioni mobili, reti di comunicazione e piattaforme di gestione dei dispositivi.

Una norma efficace deve quindi evitare due estremi: da un lato una prescrizione troppo generica, incapace di garantire interoperabilità reale; dall'altro una specifica eccessivamente vincolante, che cristallizzi tecnologie e protocolli destinati ad evolvere. Il criterio proposto è definire strutture informative, requisiti minimi, prestazioni e responsabilità funzionali, mantenendo neutrale la scelta delle tecnologie quando più soluzioni possono soddisfare lo stesso obiettivo.

2. Perché una norma tecnica per l'ecosistema TARIP

L'interoperabilità è il filo conduttore del progetto. Per interoperabilità non si intende soltanto la capacità di due apparati di scambiarsi un messaggio, ma la possibilità di sostituire o far coesistere componenti di soggetti differenti conservando il significato del dato, la continuità del servizio e la verificabilità degli eventi.

Nella raccolta porta a porta questo significa, ad esempio, che un nuovo operatore incaricato della raccolta deve poter leggere correttamente i Tag già distribuiti sul territorio, interpretarne i dati essenziali, registrare gli eventi secondo un modello condiviso e trasferirli al sistema centrale senza imporre la sostituzione dell'intero parco di contenitori o la ricodifica delle utenze. Nella raccolta collettiva significa che cassonetti, Lettori, sistemi SGC e SAC possano essere integrati o sostituiti secondo interfacce documentate.

Questo approccio tutela gli investimenti degli operatori pubblici e privati. I contenitori, i Tag e i dispositivi installati sul territorio hanno cicli di vita spesso più lunghi dei contratti di servizio e delle piattaforme software. La standardizzazione deve quindi separare l'identità tecnica del bene, il dato di conferimento e il rapporto contrattuale contingente con il fornitore del servizio.

La norma può inoltre semplificare i passaggi tra concessioni. In assenza di formati condivisi, il cambio di operatore può richiedere migrazioni complesse, sostituzione di apparati, ricostruzione delle anagrafiche e sviluppo di integrazioni proprietarie. Un modello dati comune e interfacce interoperabili consentono invece di trasferire la gestione mantenendo la continuità della misura e la storia degli eventi.

Principio guida: standardizzare l'informazione e le prestazioni essenziali, non il singolo prodotto.

3. Raccolta porta a porta: identificazione e misura del conferimento

3.1 Sacchi e mastelli dotati di Tag

Nel porta a porta la quantità attribuita all'utenza è normalmente ottenuta mediante il conteggio dei sacchi o dei contenitori raccolti, moltiplicato per il volume di riferimento della singola unità. Il presupposto del metodo è quindi la corretta identificazione del contenitore e la sua associazione all'utenza.

La correttezza del metodo richiede tuttavia che anche la grandezza convenzionale attribuita al singolo contenitore sia definita secondo criteri uniformi. Quando il quantitativo è ottenuto moltiplicando il numero degli svuotamenti o dei sacchi raccolti per una capacità nominale, l'affidabilità del risultato dipende non soltanto dalla corretta

identificazione e contabilizzazione degli eventi, ma anche dalla corretta determinazione del **volume di riferimento del sacco o del contenitore**. La futura norma dovrebbe pertanto definire metodi di prova ripetibili per la determinazione del volume utile dei sacchi e della capacità nominale dei mastelli, nonché le relative tolleranze e modalità di dichiarazione.

Per i sacchi, l'identificazione deve essere realizzata con un supporto a basso costo e compatibile con produzioni di grande serie. Per i mastelli, che costituiscono beni durevoli riutilizzati nel tempo, assumono maggiore rilievo la resistenza del Tag, la sua solidarietà al contenitore e la corretta gestione del ciclo di assegnazione, sostituzione e dismissione. In entrambi i casi, il Tag deve essere univoco e leggibile in modo affidabile nelle condizioni reali di raccolta.

3.2 Perché un Tag con informazioni articolate

La sola presenza di un identificativo seriale può essere sufficiente per riconoscere un contenitore quando il Lettore dispone sempre di una White List aggiornata e di connettività affidabile. La bozza di norma propone tuttavia una struttura più articolata, nella quale il Tag può contenere, oltre all'identificativo hardware non riscrivibile, informazioni applicative come frazione di rifiuto, volume di riferimento, codice del Gestore, tipologia di contenitore, codice del Fabbrikante, lotto di emissione e controlli di integrità.

La presenza di tali campi non deve essere interpretata come duplicazione della banca dati centrale. Il loro valore principale è consentire al dispositivo di campo di eseguire controlli di coerenza immediati: un sacco destinato all'organico non dovrebbe essere accettato in un turno dedicato alla carta; un lotto revocato può essere riconosciuto senza interrogazione del centro; il volume dichiarato può essere utilizzato per la contabilizzazione; il codice del Gestore consente di evidenziare supporti estranei alla filiera.

Un ulteriore vantaggio riguarda la sicurezza antifrode. La minaccia economicamente più significativa per i sacchi non è necessariamente la clonazione sofisticata del singolo Tag, ma la produzione e distribuzione di sacchi falsi apparentemente plausibili. Un Tag strutturato, associato a un identificativo hardware e a un lotto di emissione, rende più difficile immettere nel circuito grandi quantità di supporti non ufficiali e consente di revocare interi lotti quando siano individuate anomalie.

La maggiore articolazione informativa del Tag non implica la memorizzazione sul supporto di dati personali dell'utente. È indispensabile mantenere separata l'identità tecnica del contenitore o del sacco dall'identità anagrafica dell'utenza, demandando l'associazione tra i due elementi ai sistemi informativi autorizzati del Gestore. Il Tag dovrebbe pertanto contenere soltanto le informazioni tecniche e applicative necessarie all'identificazione, alla logistica, alla sicurezza e alla quantificazione.

3.3 Sicurezza proporzionata al rischio

La sicurezza deve essere commisurata al valore economico del singolo evento, alla scalabilità dell'attacco e alla sostenibilità operativa. Nel caso dei sacchi monouso, l'obiettivo non è rendere il singolo Tag inviolabile, ma innalzare il costo e la complessità delle frodi realisticamente sfruttabili su larga scala. A questo scopo risultano coerenti l'uso di dati strutturati, controlli CRC, identificativi hardware non riscrivibili, gestione dei lotti, Black List e soluzioni meccaniche che rendano evidente o antieconomica la rimozione del Tag.

Per i mastelli, invece, il rischio è maggiormente legato a sostituzione, scambio tra utenti, clonazione del supporto e uso improprio del contenitore. La norma dovrebbe pertanto consentire, in funzione del contesto, sia soluzioni basate su TID e White List sia configurazioni con dati applicativi strutturati. La scelta deve essere coerente con il livello di rischio e con le capacità operative del sistema.

Elemento	Funzione	Valore operativo	Interoperabilità
UID hardware	Univocità fisica	Contrasto a duplicazioni e associazioni ambigue	Riferimento comune tra sistemi
Payload strutturato	Informazioni applicative	Controlli locali su frazione, volume e contesto	Semantica condivisa
Codice Gestore	Dominio di appartenenza	Validazione anche offline	Portabilità e multi-operatore
Lotto di emissione	Tracciabilità produzione	Contrasto a sacchi non ufficiali su larga scala	Revoca per gruppi
CRC/MAC	Integrità/autenticità	Individuazione di errori o alterazioni	Verifica uniforme

4. Interoperabilità, operatività offline e continuità del servizio

La raccolta dei rifiuti non può dipendere dalla disponibilità continua di una connessione dati. I mezzi operano in aree urbane dense, zone rurali o montane, sottopassi, cortili e aree con copertura variabile. Il sistema deve quindi essere progettato affinché l'identificazione e la registrazione del conferimento possano essere completate localmente, rimandando la sincronizzazione con i sistemi centrali a un momento successivo.

La codifica di informazioni essenziali nel Tag consente al Lettore di validare immediatamente il contesto del conferimento anche senza consultare una White List remota. Una Black List locale può gestire revoche e anomalie; gli eventi devono essere memorizzati in modo protetto con identificativo, data e ora, posizione o riferimento operativo, esito e dati di misura. Quando la connettività torna disponibile, il dispositivo trasmette gli eventi con meccanismi di conferma, ritrasmissione e deduplicazione.

Questa architettura riduce i tempi morti della raccolta e limita la dipendenza dalla sincronizzazione continua di grandi liste di identificativi. È particolarmente utile per i sacchi, dove i volumi di supporti distribuiti possono essere molto elevati e la latenza nell'aggiornamento di una White List può tradursi in falsi rifiuti operativi.

L'interoperabilità deve estendersi oltre il Tag. La bozza distingue opportunamente il sistema operativo di raccolta dal Sistema di Acquisizione Centrale. Nella raccolta porta a porta, il sistema operativo può acquisire e validare gli eventi sul campo, mentre il SAC consolida anagrafiche, dati provenienti da più operatori e registri utili alla tariffazione. Tale separazione permette di sostituire il soggetto operativo senza ricostruire l'intera infrastruttura.

5. Raccolta collettiva: architettura e identificazione dell'utenza

Nel conferimento collettivo più utenti accedono allo stesso contenitore. L'evento rilevante nasce quindi dalla sequenza: identificazione dell'utente – autorizzazione – conferimento – quantificazione – registrazione. L'integrità della catena è essenziale perché la quantità deve essere associata al soggetto che ha effettivamente ottenuto l'accesso al dispositivo.

L'architettura proposta nella norma distingue il Lettore installato sul contenitore, il Sistema di Gestione dei Cassonetti (SGC) e il Sistema di Acquisizione Centrale (SAC). Il Lettore svolge le funzioni di campo: autenticazione, comando della mecatronica, acquisizione dei dati, memorizzazione degli eventi e comunicazione. Lo SGC gestisce il parco dei dispositivi, le configurazioni, la diagnostica e, ove previsto, l'elaborazione dei dati. Il SAC rappresenta il livello centrale di consolidamento, governance delle anagrafiche e messa a disposizione dei dati per la tariffazione.

La norma dovrebbe consentire sia sistemi integrati, nei quali Lettore e SGC appartengono allo stesso fornitore, sia architetture aperte nelle quali uno stesso SGC gestisce dispositivi di costruttori differenti. Il requisito minimo

indispensabile è che l'interfaccia verso il SAC sia documentata e interoperabile; nei modelli più aperti l'interoperabilità deve estendersi anche ai protocolli tra SGC e dispositivi di campo.

L'interoperabilità può quindi essere realizzata secondo differenti livelli architetturali. Non è necessario rendere obbligatoriamente standardizzata ogni interfaccia interna di un sistema integrato: ciò che deve essere sempre garantito è un punto di interoperabilità che consenta al Gestore di acquisire e conservare i dati in forma indipendente dal fornitore. Nei sistemi aperti, la standardizzazione può estendersi anche alle interfacce tra SGC, Lettori e terminali di manutenzione, consentendo la gestione di dispositivi di costruttori differenti mediante la stessa infrastruttura software.

L'utente può essere identificato mediante Tag fisico o credenziale dematerializzata su APP. Nel secondo caso il conferimento deve poter essere autorizzato anche senza collegamento di rete, tramite un Token verificabile localmente, limitato nel tempo e protetto contro replay e alterazioni. Anche qui l'operatività offline è un requisito di continuità del servizio, non una mera funzione accessoria.

L'impiego di credenziali dematerializzate mediante APP assume particolare interesse quando l'interoperabilità non riguarda soltanto il formato del dato scambiato, ma anche le modalità con cui l'utente può identificarsi e ottenere l'autorizzazione al conferimento presso dispositivi realizzati da fabbricanti differenti. La futura norma dovrebbe pertanto definire un insieme minimo di funzioni, oggetti informativi e regole di sicurezza comuni tra APP e Lettore, lasciando ai singoli Gestori e sviluppatori libertà nella realizzazione dell'interfaccia utente e di ulteriori funzionalità applicative.

In tale configurazione l'APP non dovrebbe essere necessariamente vincolata al singolo modello di cassonetto o al relativo Fabbricante. Una credenziale digitale rilasciata o riconosciuta dal Gestore dovrebbe poter essere utilizzata, secondo le autorizzazioni attribuite all'utente, su Lettori conformi appartenenti a infrastrutture differenti. Il Lettore deve poter verificare localmente l'autenticità, l'integrità, l'ambito e la validità temporale della credenziale o del Token, senza richiedere necessariamente un collegamento in tempo reale con il sistema centrale.

Questa impostazione riduce la proliferazione di APP proprietarie associate al singolo dispositivo e consente di separare la titolarità della relazione con l'utente dalla tecnologia fisica utilizzata per il conferimento. L'interoperabilità dell'APP diviene così parte integrante della neutralità tecnologica del sistema: il Gestore può sostituire o integrare cassonetti e Lettori di differenti produttori senza imporre agli utenti la sostituzione delle credenziali o l'adozione di una nuova modalità di accesso.

6. Modalità di quantificazione nel conferimento collettivo

Il progetto di norma riconosce che la raccolta collettiva può adottare principi di quantificazione differenti. La standardizzazione non dovrebbe imporre una tecnologia, ma definire per ciascuna modalità il significato del risultato, le condizioni di validità e le informazioni da registrare.

Modalità	Principio	Quantità tariffaria	Caratteristica	Requisito chiave
B1	Bocca/camera a volumetria fissa	Volume nominale predefinito	Attribuzione mediante capacità geometrica predefinita	Stabilità geometrica e tracciabilità evento
B2	Rilevamento con sensori	Volume o classe determinati dinamicamente	Determinazione dinamica del volume o della classe	Prestazione dell'intera catena di determinazione
B3	Pesatura	Peso o classe di massa	Determinazione mediante massa	Stabilità e affidabilità della pesatura
B4	Controllo dinamico di conformità	Volume/classe predefiniti	Verifica dinamica di una classe volumetrica predefinita	Affidabilità della decisione di conformità e stabilità delle soglie

6.1 Modalità B1 – Bocca a volumetria fissa

La modalità B1 attribuisce a ogni conferimento il volume nominale della bocca o della camera utilizzata secondo il principio del “vuoto per pieno”. Non è necessaria una misura puntuale del volume effettivo. La correttezza dipende dalla stabilità geometrica del dispositivo e dall’associazione certa dell’evento alla bocca impiegata.

6.2 Modalità B2 – Determinazione dinamica del volume o della classe

Nella modalità B2 sensori ottici, LiDAR, ToF, radar o altre tecnologie acquisiscono informazioni dalle quali viene determinato un valore di volume o una classe volumetrica. La prestazione non può essere riferita al solo sensore, ma deve considerare acquisizione, elaborazione, algoritmi, soglie, condizioni ambientali e configurazione del contenitore.

La determinazione può essere realizzata integralmente nel dispositivo di campo oppure essere distribuita tra Lettore e sistema di gestione. In una prima configurazione il Lettore produce direttamente il valore o la classe validati; in una seconda il Lettore acquisisce grandezze o dati intermedi che vengono successivamente elaborati dallo SGC. Ai fini prestazionali, la conformità dovrebbe pertanto essere riferita alla **catena di determinazione nel suo complesso**, indipendentemente dal punto dell’architettura nel quale viene effettuata l’elaborazione finale.

L’uso di classi può rappresentare un compromesso efficace tra accuratezza e robustezza: il sistema non deve necessariamente utilizzare ogni litro come informazione tariffaria, ma deve dimostrare una corretta attribuzione alla classe prevista, con criteri espliciti per le zone prossime alle soglie.

6.3 Modalità B3 – Pesatura

La modalità B3 determina la massa del conferimento o la variazione di carico del contenitore. Il risultato può essere utilizzato come valore continuo o per l’attribuzione a classi di massa. La norma dovrebbe considerare le tolleranze, le condizioni di installazione, le interferenze meccaniche e la stabilità del sistema durante l’esercizio.

6.4 Modalità B4 – Controllo dinamico di conformità a volume predefinito

La modalità B4 si riferisce ai sistemi nei quali al conferimento è attribuito a priori un volume nominale o una classe volumetrica predefinita, mentre uno o più sensori verificano dinamicamente che il conferimento rispetti i limiti associati a tale classe. Diversamente dalla modalità B2, la rilevazione non è utilizzata per determinare il volume o per stabilire quale classe attribuire al conferimento, ma per esprimere un esito di conformità rispetto a un valore già definito.

Sotto il profilo della quantificazione, tale modalità presenta quindi un’analogia funzionale con la modalità B1: in entrambi i casi la quantità attribuita è predefinita. Differisce il meccanismo attraverso il quale viene verificato il rispetto della classe: prevalentemente geometrico o meccanico nella modalità B1, sensoristico e algoritmico nella modalità B4. Ne conseguono requisiti differenti, riferiti nel primo caso alla stabilità delle caratteristiche geometriche del dispositivo e nel secondo all’affidabilità della decisione di conformità, alle soglie utilizzate, alla gestione delle condizioni prossime ai limiti e alla protezione dei parametri rilevanti.

Il controllo dinamico può offrire, in relazione alla specifica configurazione, una maggiore possibilità di riconfigurare la classe ammessa senza modifiche meccaniche dell’attrezzatura e di rilevare e registrare contestualmente conferimenti non conformi. La stessa infrastruttura sensoristica può inoltre fornire informazioni complementari, quali lo stato di riempimento o dati diagnostici. A tali possibilità si associa tuttavia una maggiore dipendenza da sensori, software e parametri di configurazione, le cui prestazioni devono essere mantenute nel tempo.

L’impiego di sacchi specificamente identificati o di capacità nominale controllata dipende dall’architettura adottata. Quando la quantità tariffaria deriva dalla capacità nominale del sacco, tale capacità deve essere nota e sufficientemente garantita; quando invece la classe è predefinita dall’attrezzatura e il sistema ne verifica direttamente il rispetto, il sacco può costituire esclusivamente il mezzo di contenimento del rifiuto, purché compatibile con le condizioni di conferimento previste.

6.5 Criteri di scelta e neutralità tecnologica

Le modalità descritte rispondono a principi tecnici differenti e non individuano una gerarchia prestazionale o una soluzione preferenziale valida per ogni contesto applicativo. La scelta tra volume predefinito, determinazione dinamica del volume o della classe, pesatura e controllo dinamico di conformità dipende dalle caratteristiche del servizio, dalla tipologia di rifiuto, dal livello di articolazione quantitativa richiesto, dalle condizioni operative, dai costi di installazione e gestione e dal livello di garanzia necessario.

La futura norma dovrebbe pertanto evitare di prescrivere uno specifico principio tecnologico e definire, per ciascuna modalità, requisiti proporzionati alla funzione effettivamente svolta, metodi di prova appropriati e un modello informativo comune che consenta di rappresentare in modo non ambiguo il risultato prodotto. Soluzioni basate su principi differenti dovrebbero poter coesistere all'interno dello stesso ecosistema TARIP purché garantiscano identificazione dell'utenza, corretta attribuzione della quantità, tracciabilità dell'evento, sicurezza e interoperabilità

7. Sicurezza, integrità del dato e garanzie metrologiche proporzionate

La sicurezza del sistema TARIP deve essere considerata sull'intera catena dell'evento. Non è sufficiente identificare un supporto o produrre una misura: occorre garantire che l'identificazione, la quantità, il riferimento temporale, l'esito e il dispositivo che ha generato l'evento rimangano correlati e verificabili.

La norma dovrebbe richiedere autenticazione dei dispositivi, protezione delle comunicazioni, integrità dei registri, possibilità di identificare la versione delle configurazioni e tracciabilità delle modifiche. White List, Black List, CRC, MAC, Token firmati e chiavi crittografiche sono strumenti possibili da utilizzare in funzione del rischio e dell'architettura, evitando che la sicurezza diventi un fattore di indisponibilità del servizio.

La sicurezza deve inoltre essere mantenuta lungo l'intero ciclo di vita dell'apparato, prevedendo aggiornamenti software e firmware autenticati, gestione delle vulnerabilità, protezione delle credenziali e tracciabilità delle modifiche alle configurazioni rilevanti, in coerenza con i principi applicabili ai prodotti con elementi digitali

Anche sotto il profilo metrologico è opportuno applicare un criterio funzionale. Nei sistemi che determinano direttamente volume, massa o classe, sensori, software e parametri concorrono al risultato quantitativo e richiedono garanzie prestazionali coerenti con tale ruolo. La verifica periodica non dovrebbe essere esclusa né resa automatica per tutti i casi, ma considerata secondo proporzionalità rispetto alla stabilità della tecnologia e al rischio di variazione.

Nei sistemi nei quali la quantità attribuita è predefinita, eventuali funzioni sensoristiche accessorie o di controllo devono essere valutate in relazione al ruolo effettivamente svolto. Quando la rilevazione è utilizzata esclusivamente per verificare il rispetto di una classe già definita, i requisiti prestazionali dovrebbero concentrarsi sulla correttezza e affidabilità della decisione di conformità, senza assimilare automaticamente tale funzione alla determinazione dinamica della quantità.

8. Modello informativo e interoperabilità end-to-end

Un elemento centrale dell'interoperabilità dovrebbe essere la definizione dell'**evento di conferimento** come unità informativa elementare del sistema TARIP. Ogni evento deve essere identificabile in modo univoco e deve consentire di ricostruire chi o quale supporto ha conferito, attraverso quale dispositivo, quando, secondo quale modalità di quantificazione, con quale esito e quale quantità o classe sia stata attribuita. Eventuali anomalie, eventi incompleti, non validi o non determinabili devono essere rappresentati come stati distinti e non trasformati automaticamente in conferimenti validi per la tariffazione.

La futura norma dovrebbe definire un modello informativo comune capace di rappresentare in modo non ambiguo i diversi tipi di conferimento. In particolare, il sistema deve distinguere un volume misurato, una classe determinata dinamicamente, un volume o una classe nominale attribuiti e l'esito di un eventuale controllo di conformità.

Ogni evento dovrebbe essere identificato univocamente e contenere almeno: riferimento al dispositivo che lo ha generato, contatore o identificativo progressivo, data e ora, utenza o supporto associato, frazione, quantità o classe, modalità di quantificazione, esito, eventuale posizione o contesto operativo, indicatori di qualità quando disponibili

e controllo di integrità. Il record deve poter essere trasportato in rappresentazioni diverse — ad esempio JSON o CBOR — senza perdere il significato dei campi.

Il modello dati deve essere versionato e retrocompatibile. Tale requisito è fondamentale per infrastrutture con vita utile pluriennale, nelle quali apparati di generazioni differenti devono poter coesistere. La versione del formato deve essere esplicita nei messaggi e le estensioni future non devono compromettere la leggibilità dei dati essenziali.

L'interoperabilità dovrebbe estendersi anche alle funzioni di configurazione, diagnostica e manutenzione dei dispositivi di campo. Il principio è analogo a quello applicato alle credenziali dell'utente: le attività operative essenziali non dovrebbero dipendere esclusivamente da strumenti software proprietari del Fabbrikante del Lettore.

La futura norma dovrebbe pertanto individuare un profilo funzionale minimo per l'interazione tra il dispositivo di campo e un terminale o una APP di manutenzione interoperabile, comprendente almeno identificazione del Lettore, autenticazione dell'operatore, lettura dello stato operativo e dei log, acquisizione dei parametri diagnostici, esecuzione di test funzionali, sincronizzazione temporale e, per i soggetti autorizzati, modifica controllata dei parametri e aggiornamento delle configurazioni previste.

Anche le operazioni di manutenzione dovrebbero poter essere svolte, per quanto necessario, in assenza temporanea di connettività con lo SGC, garantendo autenticazione locale dell'operatore, protezione delle funzioni privilegiate e registrazione delle operazioni eseguite per la successiva sincronizzazione. La definizione di protocolli e oggetti informativi comuni consente al Gestore o al nuovo concessionario di utilizzare terminali di manutenzione compatibili su dispositivi di fornitori differenti, riducendo il lock-in anche nella fase di esercizio e manutenzione.

L'interoperabilità deve pertanto essere considerata **end-to-end e lungo l'intero ciclo di vita dell'apparato**: non soltanto interoperabilità del dato di conferimento verso il SAC, ma anche interoperabilità dell'identificazione dell'utente, delle operazioni di campo, della diagnostica e degli strumenti necessari alla manutenzione.

9. Benefici attesi della norma

Per i Gestori e gli enti affidanti, una norma comune riduce il rischio di lock-in tecnologico e rende comparabili offerte basate su prodotti differenti. La possibilità di mantenere Tag, contenitori e parte dell'infrastruttura in caso di cambio di operatore protegge gli investimenti e limita i costi di transizione tra concessioni.

Per gli operatori della raccolta, la standardizzazione dei Tag, delle interfacce e degli eventi semplifica la logistica. I mezzi possono operare con regole comuni, anche offline, e sincronizzare successivamente le informazioni. La riduzione della dipendenza da White List sempre aggiornate limita falsi negativi e interruzioni operative.

Per i fabbricanti, la norma riduce la proliferazione di varianti proprietarie e consente di sviluppare prodotti riutilizzabili in più contesti. La competizione può spostarsi dalle interfacce chiuse alle prestazioni, all'affidabilità, ai consumi, alla qualità dei sensori e alla capacità di servizio.

Per gli **utenti del servizio**, l'interoperabilità non rappresenta soltanto una caratteristica tecnica dell'infrastruttura, ma può tradursi direttamente in maggiore accessibilità e continuità del servizio. Credenziali fisiche o digitali basate su regole comuni possono evitare che l'accesso a un contenitore collettivo sia rigidamente vincolato a uno specifico modello di cassetto, a uno specifico Fabbrikante o a una determinata applicazione proprietaria.

Tale caratteristica assume particolare rilievo per gli utenti occasionali, per i soggetti che utilizzano il servizio in Comuni o aree differenti da quella di residenza abituale e, più in generale, per situazioni quali seconde case, **soggiorni temporanei e presenza turistica**. Un sistema interoperabile può consentire di attribuire credenziali con ambito territoriale, temporale o funzionale definito, permettendo l'accesso ai punti di conferimento autorizzati senza richiedere la distribuzione di uno specifico supporto fisico per ogni singola infrastruttura.

L'APP può rendere particolarmente semplice tale modello, poiché una credenziale digitale può essere rilasciata, aggiornata o limitata temporalmente dal soggetto autorizzante e successivamente verificata localmente dal Lettore. Ciò può facilitare l'accesso al servizio da parte di turisti, proprietari o utilizzatori di seconde case e altri utenti temporanei, mantenendo al contempo la possibilità di attribuire correttamente il conferimento al soggetto o al profilo autorizzato.

L'interoperabilità contribuisce inoltre a garantire agli utenti condizioni di servizio più uniformi indipendentemente dal Gestore o dal Fabbrikante dell'attrezzatura impiegata, con analoghe garanzie di identificazione, riservatezza, tracciabilità e correttezza del dato. In questo senso la normazione non tutela soltanto gli investimenti dei Gestori, ma anche la portabilità dell'esperienza di accesso al servizio da parte dell'utente

10. Contenuti proposti per la futura norma UNI

La futura norma dovrebbe mantenere un'impostazione prestazionale e articolarsi sui due principali casi d'uso — raccolta porta a porta e raccolta collettiva — utilizzando un nucleo comune di requisiti per identificazione, sicurezza, eventi e interoperabilità. La norma dovrebbe riguardare:

- termini, definizioni e ruoli dei principali componenti: Tag, Lettore, sistemi operativi di raccolta, SGC e SAC;
- requisiti minimi dei Tag per sacchi e mastelli, inclusa la struttura dei dati, l'univocità dell'identificativo e le regole di protezione;
- criteri di sicurezza antifrode proporzionati al rischio, con gestione di White List, Black List, lotti, integrità e autenticazione ove necessaria;
- requisiti dei Lettori: robustezza ambientale, anticollisione, memoria locale, registrazione degli eventi, operatività offline e sincronizzazione;
- modello dati comune e interfacce interoperabili tra dispositivi di campo, sistemi di raccolta e SAC;
- requisiti per l'identificazione dell'utente nel conferimento collettivo mediante supporti fisici o credenziali digitali;
- requisiti funzionali e di sicurezza per APP interoperabili di conferimento, inclusi identificazione del Lettore, scambio della credenziale o del Token, verifica locale, protezione contro replay, funzionamento offline e gestione dell'esito del conferimento;
- requisiti minimi per terminali interoperabili di manutenzione, comprendenti autenticazione dell'operatore, diagnostica, lettura dei log, test funzionali, configurazione controllata, tracciabilità delle operazioni e funzionamento temporaneo in assenza di collegamento con il sistema centrale.
- definizione delle modalità B1, B2, B3 e B4 e dei relativi requisiti prestazionali e metodi di prova;
- protezione e tracciabilità dei parametri che incidono sulla quantificazione o sulla decisione di conformità;
- criteri per aggiornamenti software e firmware, diagnostica, manutenzione e conservazione dei registri;
- regole di interoperabilità e portabilità di dati, credenziali, interfacce applicative e funzioni operative, idonee a garantire continuità del servizio e riutilizzabilità dell'infrastruttura anche in caso di sostituzione del fornitore o cambio di concessione

La norma dovrebbe evitare di imporre una singola architettura. Un sistema integrato può mantenere protocolli proprietari all'interno del proprio dominio, purché l'interfaccia verso il livello centrale sia interoperabile; un sistema aperto può estendere la standardizzazione fino alla comunicazione tra SGC e Lettori. In entrambi i casi il requisito essenziale è che il Gestore conservi la governance del dato e la possibilità di trasferire o sostituire componenti senza perdere continuità e tracciabilità.

11. Conclusioni

La misurazione dei rifiuti ai fini TARIP non può essere ridotta alla scelta di un sensore o di un Tag. È un processo digitale distribuito nel quale identificazione, quantificazione, sicurezza, registrazione e interoperabilità devono essere progettate come parti di una stessa catena.

Nel porta a porta, Tag con informazioni strutturate e Lettori capaci di operare offline consentono di combinare sicurezza antifrode e sostenibilità logistica. Nel conferimento collettivo, la distinzione tra quantità predefinite, misure dinamiche e controllo dinamico di conformità permette di applicare requisiti coerenti con la funzione svolta.

Una norma UNI fondata su modelli dati condivisi, requisiti prestazionali e interfacce documentate può rendere il mercato più aperto, proteggere gli investimenti, facilitare i cambi di concessione e garantire che l'innovazione tecnologica avvenga senza compromettere continuità del servizio, tracciabilità e tutela dell'utente.