

**La determinazione dei costi standardizzati per i
lavori pubblici.**

**La sperimentazione nel settore del rifacimento del
manto delle strade statali e provinciali**

***La determinazione dei costi standardizzati per i lavori pubblici.
La sperimentazione nel settore del rifacimento del manto delle strade statali e
provinciali***

Sommario

| | |
|--|-----------|
| <i>Premessa.....</i> | <i>2</i> |
| <i>1. La rilevazione straordinaria delle informazioni per la costruzione di un modello</i> | <i>4</i> |
| <i>2. L'elaborazione statistica dei dati. La costruzione del modello</i> | <i>6</i> |
| <i>3. I risultati della sperimentazione.....</i> | <i>12</i> |

*A cura dell'Ufficio elaborazioni, studi, analisi e determinazione dei costi standardizzati
Direzione Generale Osservatorio dei contratti pubblici – Analisi e studio dei mercati*

Premessa

L'Osservatorio dei contratti pubblici, ai sensi dell'articolo 7, comma 4, lett. b), del decreto legislativo 163/2006, deve determinare "annualmente costi standardizzati per tipo di lavoro in relazione a specifiche aree territoriali, facendone oggetto di una specifica pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale". Lo stesso Codice, alla successiva lett. c), attribuisce all'Osservatorio anche il compito di determinare "annualmente costi standardizzati per tipo di servizio e fornitura in relazione a specifiche aree territoriali, facendone oggetto di una specifica pubblicazione...". Il legislatore, quindi, non solo ha ribadito un compito dell'Autorità già previsto dalla legge 109/1994, ma ne ha esteso l'oggetto includendovi anche i contratti di servizi e di forniture.

In attuazione delle previsioni normative della legge 109/1994, l'Autorità da tempo si è attivata nel predisporre una metodologia per la determinazione dei costi standardizzati incaricando a questo scopo un gruppo di consulenti composto da professori universitari.

I risultati della metodologia proposta sono confluiti in un rapporto conclusivo del lavoro del gruppo di consulenti, intitolato "*Metodo e strumenti per la determinazione dei costi standardizzati delle opere pubbliche in rapporto ai tipi di lavoro e alle specifiche aree territoriali*"¹, che sintetizza il percorso da seguire per la determinazione dei valori di costo standardizzato relativamente ad alcune categorie di opere pubbliche².

Sebbene la tematica dei costi standardizzati sia stata oggetto nel corso del tempo di costante attenzione all'interno dell'Osservatorio dei contratti pubblici, sulla successiva determinazione e pubblicazione dei costi standardizzati ha pesato indubbiamente la diffusa consapevolezza della complessità e delle criticità della materia e dell'onere amministrativo che la richiesta di ulteriori dati comporterebbe per le stazioni appaltanti.

L'argomento ha acquisito una rinnovata visibilità, probabilmente a seguito del fatto che il legislatore ha ribadito nella nuova formulazione normativa del Codice la necessità che si determinassero e pubblicassero i costi standardizzati, addirittura estendendo l'applicazione ai settori dei servizi ed delle forniture. A ciò si aggiunga che la Legge 5 maggio 2009, n. 42³, ha introdotto il concetto di "fabbisogno standard", il nuovo parametro su cui basarsi per il trasferimento di risorse finanziarie dal centro alla periferia in luogo di quello della spesa storica. Il tema della finalità del costo standard è, in effetti, una criticità strategica il cui superamento è fondamentale perché si possa procedere senza incertezze in vista della determinazione e pubblicazione dei costi.

Il costo standard, infatti, può essere visto sia come uno strumento di programmazione della spesa da utilizzare *ex ante* per orientare gli amministratori nelle proprie scelte, sia come uno strumento di controllo *ex post* per verificare l'efficienza della spesa nel settore degli appalti. La distinzione tra le due diverse finalità dei costi standardizzati non è priva di conseguenze quando si ragiona sulle modalità con cui arrivare alla loro determinazione; quanto più i costi standardizzati costituiranno uno strumento di previsione economico-finanziaria in assenza di un progetto, tanto maggiore dovrà essere il loro livello di dettaglio affinché i valori calcolati siano realmente utili. In questo caso, il livello di dettaglio richiesto potrebbe non essere fattibile oppure potrebbe esserlo, ma a costi troppo elevati per l'Autorità e le stazioni appaltanti in relazione all'utilità che si ricaverebbe.

Nel caso in cui invece si intenda attribuire ai costi standardizzati una funzione di controllo *ex post* della spesa per appalti, il costo standard si configurerebbe come un valore di riferimento, un *benchmark*, rispetto al quale misurare e spiegare gli scostamenti. Alla luce di questa funzione, il costo standard potrebbe essere

¹ Il rapporto è pubblicato sul sito dell'Autorità nella sezione "Comunicazione ⇄ Pubblicazioni ⇄ Studi e ricerche ⇄ La definizione dei costi standard per tipo di lavoro".

² Sebbene la metodologia di calcolo definita sia valida, almeno negli aspetti più generali, per la generalità delle categorie d'opera, il gruppo di consulenti ha lavorato su alcune categorie rappresentative: edilizia residenziale pubblica, edilizia sanitaria, strade e autostrade.

³ "Delega al Governo in materia di federalismo fiscale, in attuazione dell'articolo 119 della Costituzione".

comunque utile, pur con un livello di dettaglio più basso; ciò, peraltro, renderebbe la sua determinazione meno onerosa per l’Autorità e per le stazioni appaltanti fornitrici dei dati. E’ evidente come esista un *trade-off* tra l’esigenza di accuratezza del valore di costo da un lato e l’esigenza di alleggerimento degli oneri amministrativi imposti alle stazioni appaltanti dall’altro.

Il risultato dello studio del gruppo di consulenti, benché fondamentale ed ancora attuale per il “solco” metodologico tracciato, ha rappresentato solo lo stadio di partenza da cui procedere per arrivare ad un sistema operativo di determinazione dei costi che consenta di adempiere compiutamente ai compiti previsti dalla Legge. In vista di questo obiettivo finale l’Osservatorio ha ritenuto che alla fase di studio teorico preliminare, conclusa dal gruppo di consulenti con il rapporto di cui si è detto, dovesse seguire una fase a carattere operativo-sperimentale, in cui: (a) l’impianto metodologico generale, ereditato dal gruppo di consulenti, fosse tradotto in una metodologia operativa e, soprattutto; (b) si facesse una sperimentazione dell’applicazione della stessa.

In vista di tale sperimentazione l’attenzione si è focalizzata sulla categoria “manutenzione delle strade”, all’interno della quale è stata poi individuata la meno astratta categoria “rifacimento del manto stradale”.

E’ stato quindi predisposto un programma di lavoro incentrato sulla raccolta e la successiva elaborazione/analisi di dati di progetto concernenti l’esecuzione degli appalti aventi per oggetto la categoria in questione, al momento non disponibili perché non raccolti tramite la rilevazione ordinaria.

L’attuazione del progetto è stata affrontata con un approccio sperimentale, come sopra sottolineato, ed è stata condotta con il fine di pervenire alla costruzione di un modello di calcolo basato su poche fondamentali variabili esplicative dell’andamento del costo. In altre parole, si è operato con l’aspettativa di ricavare, tra le altre cose, elementi utili per individuare una configurazione/finalità di costo⁴ ed un modello di raccolta dei dati e di calcolo a cui siano associati benefici informativi che superino nettamente tutti i prevedibili costi⁵.

1. La rilevazione straordinaria delle informazioni per la costruzione di un modello

Definito l’oggetto della sperimentazione (la categoria “rifacimento del manto stradale”), si è provveduto ad interrogare la banca dati dell’Osservatorio per estrarre un insieme di appalti per i quali realizzare la rilevazione straordinaria delle informazioni.

Il primo passo compiuto è stato quello di individuare un insieme costituito da tutti gli appalti di rifacimento del manto stradale aggiudicati dalle Province e dall’Anas. Si è ritenuto opportuno, altresì, rendere più omogeneo possibile il contenuto degli interventi in questione, escludendo dall’insieme di riferimento tutti gli appalti che avessero per oggetto, in tutto o in parte, la manutenzione dei tratti stradali costituiti da gallerie, viadotti, cavalcavia, sottopassi. La specificità di tali tratti stradali è riconosciuta anche nella metodologia definita dal gruppo di lavoro dei consulenti.

A seguito delle suddette operazioni di selezione sono stati quindi individuati 424 appalti con data di ultimazione compresa nel triennio 2006-2008. Di questi, 318 sono stati aggiudicati dalle Province nell’ambito delle proprie competenze in materia di strade⁶ e 106 dall’ANAS su tutto il territorio nazionale.

Sebbene siano presenti in banca dati anche appalti ultimati prima del 2006, si è preferito limitare l’insieme solo agli appalti relativi ad un triennio recente per alcune fondamentali ragioni.

⁴ I costi standardizzati possono essere strumentali, in teoria, a diverse finalità: valore di orientamento per la programmazione della spesa da parte delle amministrazioni pubbliche; valore di riferimento per la vigilanza dell’Autorità; valore di riferimento per valutare la congruità delle offerte in sede di gara da parte delle stazioni appaltanti.

⁵ Tra gli oneri identificabili, oltre ai costi per l’Autorità in termini di risorse impiegate per la implementazione e la gestione del sistema di determinazione, vi è quello rappresentato da un ulteriore onere di referto informativo a carico delle stazioni appaltanti.

⁶ Le amministrazioni provinciali coinvolte nella rilevazione di dati sono 49. Sarebbe stato utile coinvolgere un numero maggiore di amministrazioni, ma le 49 province in questione sono tutte quelle che hanno aggiudicato di fatto almeno uno dei 318 appalti selezionati secondo i criteri prioritari di cui si è detto.

Infatti, la determinazione in via sperimentale dei costi standard ha comportato la richiesta alle stazioni appaltanti interessate di alcuni dati di progetto, tra cui, innanzitutto, i dati relativi alla dimensione fisica del tratto stradale. I dati di progetto hanno un carattere tecnico e non sono tra quelli richiesti tramite la rilevazione ordinaria dell'Osservatorio; essi, tuttavia, sono fondamentali per il rispetto degli obblighi normativi di cui all'art.6, c.7, lett. h.3) del D.lgs. 163/06 in cui si prevede che l'Autorità, nel predisporre la Relazione annuale al Parlamento, faccia anche riferimento allo scostamento dai costi standardizzati. Per accertare tale scostamento non si può non rendere omogenee le opere realizzate attraverso delle misure di dimensione fisica o di utenza. Considerata la natura delle informazioni necessarie per l'analisi sperimentale dei costi standard, l'Osservatorio ha ragionevolmente valutato di circoscrivere gli appalti per i quali chiedere informazioni aggiuntive a quelli che non avessero una data di ultimazione troppo remota nel tempo e ciò sia per alleggerire l'attività delle stazioni appaltanti sia per evitare il rischio che le richieste non venissero soddisfatte o che lo fossero in modo qualitativamente povero per le esigenze della sperimentazione. Si consideri poi che, sebbene gli appalti dell'insieme di riferimento siano stati ultimati a partire dal 2006, la loro aggiudicazione può risalire fino al 2003, anno che appare già abbastanza lontano nel tempo per non essere foriero di difficoltà nel soddisfacimento della richiesta di informazioni così peculiari.

A ciò si aggiunga la necessità metodologica di raccogliere dati di costo e di progetto abbastanza aggiornati, in modo che essi, riflettendo le più recenti evoluzioni di natura economica e tecnologica avvenute nel settore dei lavori stradali, fossero utili per calcolare valori di costo standard attuali.

Per tutte le ragioni appena descritte non si è ritenuto opportuno estendere la rilevazione ad anni troppo remoti, anche se ciò avrebbe ampliato la numerosità dell'insieme con conseguenti benefici in termini di significatività statistica dei risultati ottenuti.

L'attività conseguente è stata quella di definire una scheda/questionario di rilevazione dei dati di progetto facilmente intellegibile da parte delle stazioni appaltanti destinatarie della richiesta di dati.

La logica della scheda è quella di scomporre il complessivo intervento nelle diverse lavorazioni di cui è costituito. Per ogni lavorazione sono state raccolte più informazioni, tra cui la quantità e le caratteristiche tipologiche e qualitative. Sempre nella scheda di rilevazione è contenuto il costo complessivo dell'intervento, al netto della quota imputabile a lavorazioni estranee al rifacimento del manto stradale. Si noti che sia il costo complessivo che le singole lavorazioni sono proprie della situazione a consuntivo dell'intervento, la quale potrebbe essere differente da quella iniziale a causa di eventuali varianti intervenute dopo l'aggiudicazione dell'appalto.

In fase di progettazione della scheda e della puntuale individuazione delle informazioni rilevanti che rappresentano la dimensione e le caratteristiche dell'intervento è già emerso quanto in realtà possa essere variegato e complesso un intervento apparentemente semplice e standardizzato come quello del "rifacimento del manto stradale".

Considerato che la rilevazione ha riguardato appalti ultimati alcuni anni addietro e tenuto conto della natura particolare dei dati richiesti, la rilevazione ha avuto una risposta soddisfacente da parte delle stazioni appaltanti coinvolte. Sono pervenute, infatti, dalle Province 287 schede su 318 attese (90,3%), mentre dalla direzione centrale dell'Anas sono pervenute 95 schede su 106 attese (89,7%). I dati così affluiti hanno popolato una banca dati creata *ad hoc* affinché si potesse procedere alla successiva analisi, trattamento ed elaborazione statistica.

Agli interventi di trattamento eseguiti per migliorare la qualità dei dati pervenuti sono riconducibili anche quelli finalizzati ad ovviare al problema delle diverse unità di misura indicate nella scheda per la quantificazione di lavorazioni omogenee. Ad esempio, stazioni appaltanti diverse hanno utilizzato unità di misura diverse ("mq" oppure "quintale") per quantificare la stessa lavorazione ("tappeto d'usura"). Tale criticità è stata superata scegliendo l'unità di misura di riferimento e trasformando le quantità espresse in unità di misura diverse in quantità espresse nella stessa unità di riferimento.

2. L'elaborazione statistica dei dati. La costruzione del modello

L'esame delle informazioni pervenute ha confermato quanto in realtà sia complesso e variegato un intervento apparentemente uniforme e standardizzato come quello del rifacimento del manto stradale. La banca dati mostra, infatti, che ogni intervento può essere composto da più lavorazioni, che non necessariamente sono sempre tutte presenti. Ogni lavorazione può poi realizzarsi secondo modalità tipologiche e qualitative diverse, per cui incrociando "n" lavorazioni con "m" tipologie/qualità si ottengono numerose composizioni con cui un intervento di rifacimento del manto stradale può di fatto realizzarsi.

Di fronte a tale complessità empirica lo sforzo è stato quello di realizzare una forte semplificazione che conciliasse l'esigenza di addivenire ad un valore di costo standard significativo per le finalità note e l'esigenza di predisporre un sistema di calcolo "leggero" che necessitasse di poche fondamentali informazioni, in modo da attenuare il più possibile l'onere di referto informativo a carico delle stazioni appaltanti nell'ambito di un futuro sistema di calcolo a regime dei costi standard.

Coerentemente con tale orientamento metodologico per ogni intervento si è proceduto ad individuare tra le diverse lavorazioni presenti quelle più importanti in termini di valore economico e di ricorrenza che si sono rivelate: la fresatura, lo strato di usura, lo strato di binder (o di collegamento). Tali operazioni hanno condotto alla creazione di un data set notevolmente semplificato rispetto alla banca dati originaria, nel quale per ogni intervento è presente un record i cui campi sono costituiti dal costo complessivo a consuntivo e dalle quantità delle tre lavorazioni individuate sopra (fresatura, strato di usura, strato binder). L'idea sottesa a tale percorso metodologico è che sono proprio le quantità fisiche di queste tre lavorazioni (tappeto d'usura, fresatura e binder) ad influenzare in modo predominante il costo complessivo di un appalto di rifacimento del manto stradale, determinandone la variabilità.

L'ipotesi formulata sulla capacità esplicativa delle tre lavorazioni considerate è stata verificata per mezzo di opportune tecniche statistiche di analisi che hanno condotto a costruire due diversi modelli di stima adottando il metodo dei minimi quadrati. Di seguito si espongono le forme funzionali ed il valore dei parametri stimati dei due modelli considerati:

a) Modello con una sola variabile indipendente

Questo modello si propone di individuare una grandezza in grado di approssimare la dimensione fisica dell'intervento nella sua interezza, a prescindere dalla presenza di diverse lavorazioni e modalità tipologico-qualitative. Infatti, sulla base di un'attenta analisi dei dati è stata formulata l'ipotesi che la quantità della macro-lavorazione "strato d'usura" possa costituire una buona *proxy* della dimensione dell'intervento.

Le ipotesi di semplificazione appena descritte sono state sottoposte ad una verifica di validità tramite l'impiego di appropriate tecniche statistiche al data set così costruito.

Entrando nello specifico delle analisi statistiche, l'Osservatorio ha effettuato, in prima battuta, un'operazione di scrematura dei dati "problematici" andando quindi ad escludere dal data set quelle osservazioni che presentavano caratteristiche non soddisfacenti: osservazioni con dati mancanti, osservazioni con valori incoerenti, ecc. A tale tipo di processo di ripulitura dettato da elementi prettamente di carattere qualitativo del dato, si è affiancato un ulteriore processo di esclusione determinato, nella fattispecie, da considerazioni di tipo quantitativo. Ciò si è tradotto nell'esclusione degli interventi che presentavano almeno una delle seguenti caratteristiche: importo a consuntivo (che d'ora in avanti verrà indicato con Y) inferiore a €60.000 e/o quantità dello strato di Usura (U) inferiore a mq 12.500⁷. Per avere una prima idea delle dimensioni con le quali ci stiamo confrontando, si riporta nella seguente tabella la descrizione di alcuni indici di sintesi della distribuzione delle due variabili oggetto di analisi:

⁷ La scelta dei valori soglia da prendere come riferimento è stata effettuata in base all'analisi grafica dello scatter-plot delle variabili Y e U.

Tabella 1 - Distribuzione variabili analizzate

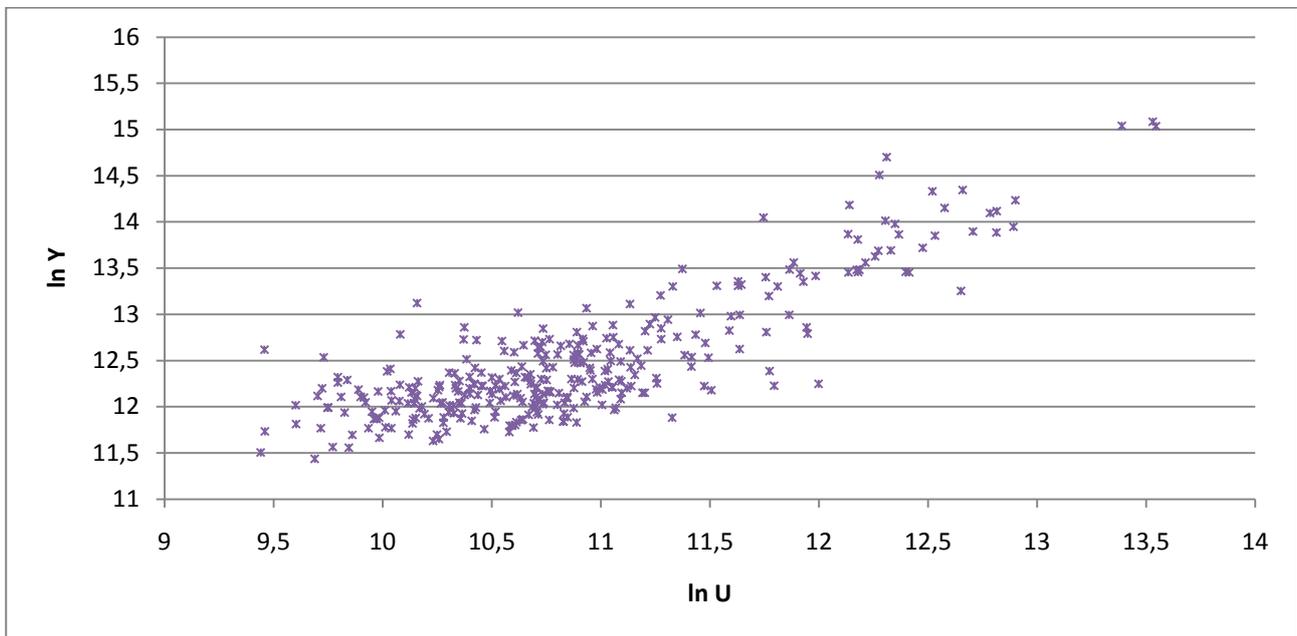
| | Y (€) | U (mq) |
|-------------|--------------|---------------|
| Min. | 92.538 | 12.582 |
| 1° quartile | 170.186 | 31.383 |
| Mediana | 211.640 | 46.099 |
| Media | 356.105 | 76.274 |
| 2° quartile | 331.776 | 72.198 |
| Max. | 3.554.939 | 762.679 |
| n. | 327 | 327 |

Prima di procedere con l'approfondimento dell'analisi si è ritenuto opportuno effettuare la trasformazione logaritmica dei dati originali; nel grafico che segue si può osservare l'andamento congiunto delle due variabili a seguito della trasformazione logaritmica.

L'idea di base è quella di indagare sulle caratteristiche del legame tra le grandezze prese in esame. Da tale premessa scaturisce la necessità di individuare un modello di regressione capace di cogliere gli aspetti fondamentali del legame sopra citato.

Dall'osservazione del grafico in figura 1 appare evidente come il legame tra le due variabili (strato di usura espresso in mq e costo finale dell'intervento espresso in valori monetari) non possa definirsi propriamente lineare ma sembrerebbe seguire un andamento curvilineo. Tuttavia, la semplicità interpretativa⁸ connessa alla specificazione lineare ha fatto propendere, almeno a questo stato dell'analisi, per l'individuazione di un modello che allo stesso tempo mantenesse la caratteristica della linearità pur garantendo un'accettabile qualità di adattamento.

Figura 1 - Scatter plot dei valori presenti nel data set utilizzato per le elaborazioni (logaritmi)



⁸ Tenuto anche conto che l'analisi viene fatta sui logaritmi delle variabili originali, per cui una specificazione non lineare del modello renderebbe meno agevole l'interpretazione dei risultati una volta ritornati ai valori originali tramite trasformazione esponenziale.

Dopo un'approfondita attività di analisi tesa ad individuare una corretta specificazione del modello statistico da utilizzare, la soluzione più adatta è sembrata quella di prendere come riferimento un modello rappresentabile secondo la seguente formulazione:

$$\ln Y = \alpha + \beta_1 \ln U + \beta_2 D_u (\ln U - \ln U_0) + \varepsilon \quad (1)$$

con

α, β_1 e β_2 parametri da stimare;

$$D_u = \begin{cases} 1, & U \geq U_0 \\ 0, & \text{se } U < U_0 \end{cases};$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

Il modello, così come formulato, ha potuto essere stimato utilizzando una regressione lineare univariata⁹ nella quale si fa ricorso, in sostanza, all'impiego di due segmenti di differente inclinazione per i due sottoinsiemi di osservazioni costruiti tramite l'introduzione della variabile *dummy* D_u : il primo sottoinsieme caratterizzato da valori di U inferiori ad U_0 ed il secondo da valori superiori o uguali ad U_0 .

In seguito alla specificazione del modello, particolare rilievo assume l'individuazione del termine U_0 . Considerata la non esistenza di procedure automatizzate "preconfezionate" idonee all'espletamento di tale compito, l'Osservatorio ha provveduto a realizzare un algoritmo ad hoc al fine di effettuare una selezione ottimale¹⁰ del valore in questione.

Una volta individuato il punto di "rottura" ($U_0 = mq\ 64.133$), con la procedura *ad hoc* sopra citata, è stato possibile procedere alla stima dei parametri del modello impiegando come metodo di stima quello OLS (*Ordinary Least Squares*).

Le stime dei parametri del modello – assieme ai rispettivi *standard error*, *t-value* e livello di significatività osservata (*p-value*) – sono riportate nella tabella seguente; in essa si evidenzia anche il valore del coefficiente di determinazione lineare R^2 quale indicatore della bontà di adattamento del modello ai dati osservati. Dall'osservazione di quest'ultimo dato, si può apprezzare come il modello, nel suo complesso, si adatti piuttosto bene ai dati osservati, con circa il 76,76% della variabilità complessiva della variabile dipendente (Y) che può essere "spiegata" attraverso il legame lineare specificato nell'equazione (1)¹¹. Inoltre si riscontra, come era lecito attendersi, un legame positivo tra lo strato di usura e l'importo finale al netto dei ribassi ($\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2 > 0$) che assume maggior consistenza per valori di U superiori ad U_0 .

Tabella 2 - Stime dei parametri, significatività osservata e coefficiente di determinazione

| <i>Parametro</i> | <i>Stima</i> | <i>Standard error</i> | <i>t-value</i> | <i>p-value</i> |
|------------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|
| $\hat{\alpha}$ | 8,75946 | 0,49922 | 17,546 | < 2e-16 *** |
| $\hat{\beta}_1$ | 0,32700 | 0,04723 | 6,924 | 2,36e-11 *** |
| $\hat{\beta}_2$ | 0,73391 | 0,07634 | 9,614 | < 2e-16 *** |
| R^2 | 0,7676 | | | |

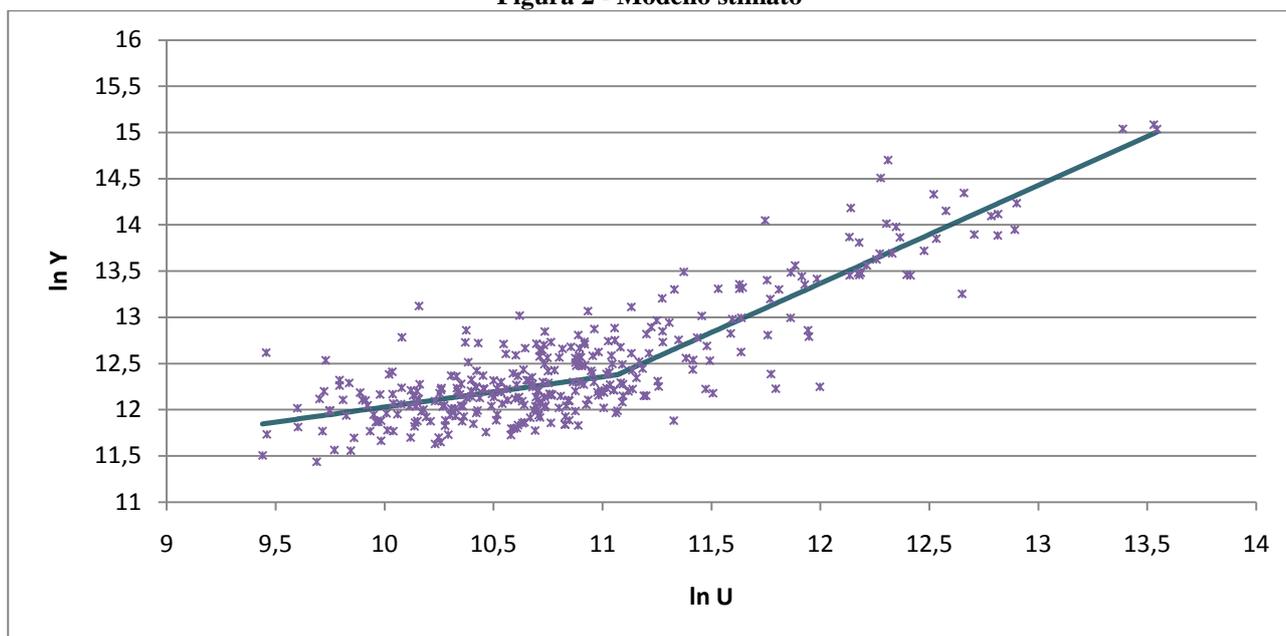
⁹ Si fa riferimento alle canoniche condizioni sul termine di disturbo ε : normalità, valore atteso nullo, omoschedasticità ed assenza di autocorrelazione.

¹⁰ In termini di capacità di adattamento del modello ai dati osservati.

¹¹ Il grado di adattamento cui si fa riferimento è, come già detto, riferito all'intero modello. Si verificano, tuttavia, situazioni significativamente diverse in base al valore della variabile U considerato: migliore adattamento per $U > U_0$ e peggiore per valori di $U < U_0$.

Nel grafico riportato in figura 2 si può osservare la sovrapposizione del modello stimato ai valori osservati.

Figura 2 - Modello stimato



è possibile quindi procedere alla rappresentazione del modello in termini delle variabili originali ovvero:

$$\hat{Y} = \begin{cases} e^{\hat{\alpha}} \cdot U^{\hat{\beta}_1}, & U < U_0 \\ e^{\hat{\alpha}} \cdot U^{\hat{\beta}_1} \cdot \left(\frac{U}{U_0}\right)^{\hat{\beta}_2}, & U \geq U_0 \end{cases} \quad (2)$$

In tabella 3 si riportano, a titolo d'esempio, le stime fornite dal modello a fronte di 2 valori dello strato di Usura (U) pari a mq 20.000 e mq 80.000:

Tabella 3 - Esempio di stima attraverso il modello a)

| <i>Misura dello strato di Usura da realizzare (U)</i> | <i>Importo a consuntivo stimato dal modello (\hat{Y})</i> |
|---|--|
| 20.000 mq | € 162.413 |
| 80.000 mq | € 300.579 |

Questo modello presenta il vantaggio di stimare il costo finale dell'intervento utilizzando una sola variabile. Nell'ottica di richiedere in modo sistematico le informazioni sulle dimensioni fisiche di tali tipologie di interventi, si riuscirebbe a stimare il costo finale dell'opera prendendo come informazione solo quella relativa ai metri quadrati di usura.

Lo svantaggio è quello sotteso ad una eccessiva semplificazione nel rappresentare interventi che spesso sono caratterizzati da diverse peculiarità e sfumature.

Da un lato, pertanto, si riduce l'onere di molestia statistica per i compilatori a cui è possibile chiedere solo una informazione, dall'altro aumenta il grado di imprecisione nel calcolo del costo standard che, per questa ragione, diviene meno significativo come dato di riferimento per gli operatori del settore ma anche per la stessa Autorità che deve valutare la "congruità" del costo delle opere con riferimento agli scostamenti dai

costi standard.

b) Modello con tre variabili indipendenti¹²

Il modello con tre variabili indipendenti determina il costo standard di un intervento di manutenzione del manto stradale mettendo in relazione il valore finale dell'opera con le quantità fisiche del tappeto di usura, del binder e della fresatura. Per questo modello le variabili che identificano le diverse lavorazioni sono espresse in unità di misura diverse. Nel caso del tappeto di usura si è fatto riferimento ai metri quadrati considerando uno spessore standard di 3 centimetri. I metri quadrati sono stati quindi riproporzionati in tutti i casi in cui lo spessore del tappeto di usura è superiore a 3 centimetri (l'analisi dei dati ha evidenziato due spessori del tappeto di usura che si rilevano con maggior frequenza: uno di 3 centimetri ed un altro, meno frequente, di 6 centimetri).

Anche per il binder l'unità di misura considerata è costituita dai metri quadrati con riferimento ad uno spessore standard di 4 centimetri¹³ mentre per la fresatura l'unità di misura è quella dei metri quadrati per centimetro.

Come per il modello a), anche i dati utilizzati per il presente modello sono stati oggetto di operazioni di scrematura dei dati ritenuti non coerenti che alla fine hanno condotto alla individuazione di un data set contenente 340 osservazioni. In particolare, dal data set iniziale, sono state eliminate le osservazioni ritenute non coerenti in seguito ad un processo di analisi e di verifica puntuale.

Nella tabella 4 sono riportate alcune misure sintetiche della distribuzione delle variabili osservate.

Tabella 4 - Distribuzione variabili analizzate nel modello b)

| | Y (€) | U | F | B |
|-------------|--------------|----------|-----------|-----------|
| Min. | 10.128 | 0 | 0 | 0 |
| 1° quartile | 171.773 | 35.514 | 0 | 0 |
| Mediana | 214.767 | 50.925 | 19.911 | 673,8 |
| Media | 317.315 | 71.149 | 69.118 | 11.181,7 |
| 2° quartile | 327.267 | 73.195 | 79.601 | 17.944,3 |
| Max. | 1.819.260 | 400.465 | 1.039.682 | 198.555,4 |
| n. | 340 | 340 | 340 | 340 |

La Tabella 5 mostra le diverse correlazioni esistenti tra le variabili utilizzate nel modello. A questo proposito si può notare come la variabile "strato di usura" (U) abbia una forte correlazione (ovviamente positiva) con la variabile del costo finale dell'intervento. Tuttavia, anche la variabile "fresatura" (F) presenta una correlazione non trascurabile con Y mentre la variabile "binder" (B) sembrerebbe meno correlata con Y.

Tabella 5 Indice di correlazione tra le variabili

| | Y | U | F | B |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| Y | 1 | | | |
| U | 0,912 | 1 | | |
| F | 0,569 | 0,367 | 1 | |
| B | 0,320 | 0,051 | 0,390 | 1 |

¹² Per rendere confrontabili i valori monetari utilizzati nel modello questi sono stati aggiornati a prezzi costanti di ottobre 2010 facendo ricorso all'indice dei prezzi alla produzione dei prodotti industriali pubblicato dall'Istat riferito all'anno di aggiudicazione del contratto.

¹³ Anche in questo caso si è provveduto ad operare un riproporzionamento in quei (pochi) casi che lo spessore indicato era di diversa misura.

La forma funzionale del modello è la seguente:

$$Y = \alpha + \beta_1 U + \beta_2 F + \beta_3 B + \varepsilon \quad (3)$$

con

α, β_1, β_2 e β_3 parametri da stimare;

$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

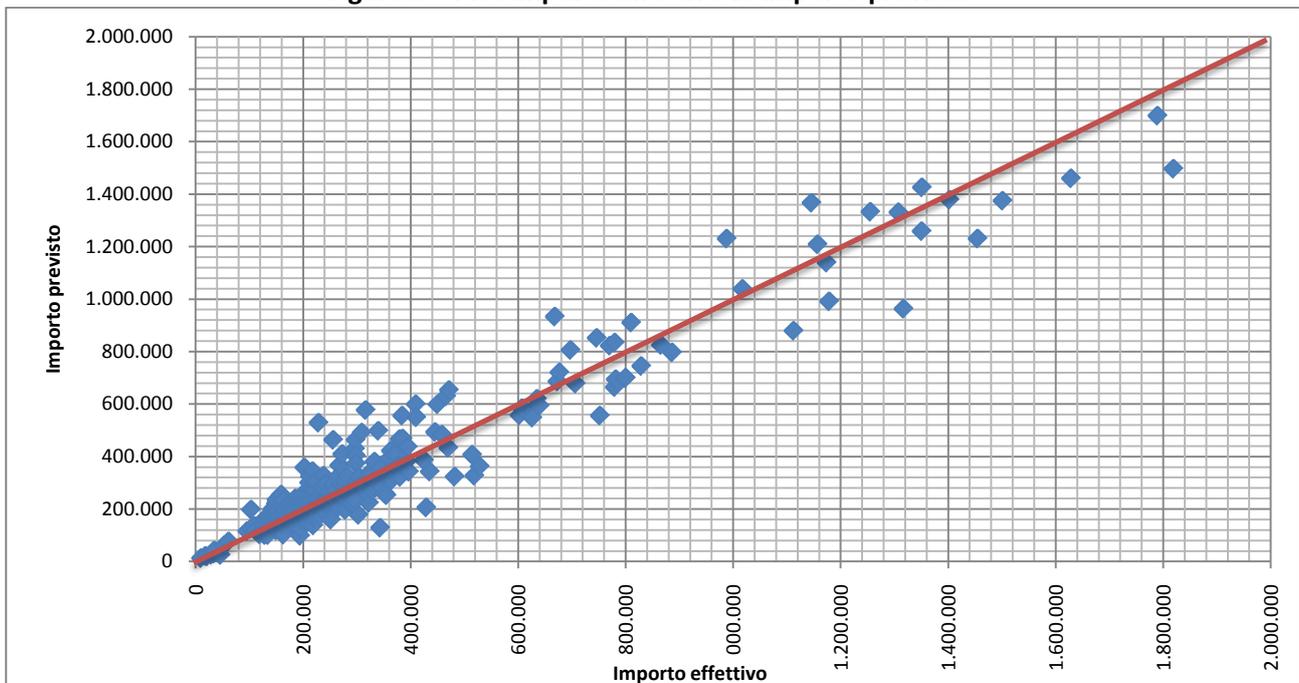
Come per il modello a), i parametri del modello b) sono stati stimati attraverso l'utilizzo di una regressione lineare multivariata con il metodo degli OLS.

Tabella 6 - Stime dei parametri, significatività osservata e coefficiente di determinazione

| Parametro | Stima | Standard error | t-value | p-value |
|-----------------|--------|----------------|---------|-------------|
| $\hat{\alpha}$ | 2.377 | 6.360 | 0,374 | 0,709 |
| $\hat{\beta}_1$ | 3,558 | 0,06614 | 53,792 | < 2e-16 *** |
| $\hat{\beta}_2$ | 0,4231 | 0,03938 | 10,746 | < 2e-16 *** |
| $\hat{\beta}_3$ | 2,914 | 0,2208 | 13,194 | < 2e-16 *** |
| R^2 | 0,9308 | | | |
| R^2 corretto | 0,9301 | | | |

La Figura 3 riporta il confronto tra i valori effettivi degli importi in ascissa e i valori stimati dal modello in ordinata. La bisettrice divide il grafico in due aree: quella superiore in cui i valori stimati sono più alti dei valori osservati, quella inferiore in cui i valori stimati sono più bassi di quelli osservati.

Figura 3 - Plot Importo effettivo vs Importo previsto



La Tabella 7 riporta alcuni valori di “costo finale al netto dei ribassi” stimati attraverso l’equazione 3 (i valori delle stime sono quelli riportati in Tabella 6) a fronte di ipotetici valori di U, F e B.

Tabella 7 - Esempio di stima attraverso il modello b)¹⁴

| Misura dello strato di Usura da realizzare (U) | Misura della fresatura da realizzare (F) | Misura del binder da realizzare (B) | Importo a consuntivo stimato dal modello (\hat{Y}) |
|--|--|-------------------------------------|--|
| 20.000 | 20.000 | 20.000 | € 140.279 |
| 80.000 | 20.000 | 20.000 | € 353.759 |

Il *modello b)* presenta anch’esso vantaggi e svantaggi.

Si rileva come l’adattamento del modello stimato alle osservazioni presenti un R^2 più alto rispetto al *modello a)*. In sostanza, il calcolo dei costi standardizzati relativi al rifacimento del manto stradale, effettuato attraverso *modello b)*, porta ad avere importi stimati più vicini a quelli realmente osservati. Ciò è dovuto principalmente al fatto di aver aggiunto ulteriori variabili indipendenti che hanno contribuito ad aumentare il valore di R^2 .

Il principale svantaggio risiede nel fatto che il modello in esame, poggiando su più variabili, necessita di essere alimentato attraverso richieste più onerose per le stazioni appaltanti.

3. I risultati della sperimentazione

Le attività che l’Osservatorio ha portato avanti hanno condotto ad una stima del costo standard per le opere di rifacimento del manto stradale.

In particolare, si è proceduto a formalizzare due modelli e a stimarne i parametri:

- il *modello a)* che mette in relazione il costo finale dell’appalto con lo strato di usura utilizzato come variabile *proxy* della dimensione dell’intervento. Il vantaggio di questo modello risiede nella sua semplicità. In caso di rilevazione sistematica del dato fisico dell’intervento, l’onere amministrativo per le stazioni appaltanti sarebbe molto limitato. Lo svantaggio è legato principalmente al grado di bontà del modello che proprio per il fatto di utilizzare una sola variabile indipendente è caratterizzato da un grado di precisione minore rispetto a modelli più complessi.
- Il *modello b)* che mette in relazione il costo finale dell’appalto con tre variabili esplicative che sono lo strato di usura, il binder e la fresatura. Come accennato nel paragrafo precedente, dall’analisi dei dati pervenuti in seguito all’indagine *ad hoc*, queste tre variabili sono quelle più presenti ed economicamente più rilevanti in un intervento di rifacimento del manto stradale. Il *modello b)*, una volta stimati i parametri, presenta un grado di adattamento ai dati osservati molto superiore rispetto al *modello a)* e potrebbe essere preso come riferimento per una rilevazione sistematica di informazioni da acquisire tramite la rilevazione ordinaria dell’Osservatorio. Le stime che scaturiscono da questo modello sono più precise e quindi più affidabili rispetto a quelle che scaturiscono dall’utilizzo del *modello a)*.

I modelli presentati non costituiscono gli unici modelli per il calcolo dei costi standard delle opere di manutenzione del manto stradale. Essi, tuttavia, oltre a fornire una stima di costo standardizzato,

¹⁴ Come innanzi accennato la dimensione fisica dello strato di usura è espressa in mq riferiti ad uno spessore standard di 3 cm, quella del binder è espressa in mq riferiti ad uno spessore standard di 4 cm, quella della fresatura è sempre espressa in volume (mq*cm).

identificano le variabili che meglio spiegano il valore del costo finale di un'opera di rifacimento del manto stradale.

Questa attività sperimentale porta a concludere che, attraverso la richiesta alle stazioni appaltanti di una informazione, nel caso di utilizzo del *modello a)* o di tre informazioni, nel caso del *modello b)*, è possibile spiegare in modo abbastanza soddisfacente – soprattutto nel caso del modello b) – la relazione tra dimensione fisica dell'intervento e costo finale dello stesso.

I risultati del lavoro presentato possono essere ulteriormente migliorati con l'introduzione di variabili esplicative aggiuntive (in questo caso sarebbe anche necessario aumentare il numero di osservazioni) in grado di fornire misure del costo standard che tengano conto, ad esempio, della localizzazione territoriale dell'intervento.