



## LIFE UNIZEO

LIFE10 ENV/IT/347

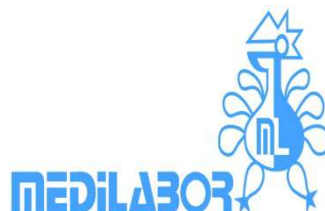
### Deliverable Action 6:

### Technical evaluation report on the results of the experimentation final report

***Authors:***

***University of Turin - Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, on behalf of Minerali Industriali Srl***

***Massimo Mocioni, on behalf of Medilabor di Odore Dott. Carlo***



***Date: 15/03/2015***

## **Table of contents**

**Agronomic evaluation of Urelite: results from 2 years of experimental activity .....3**

University of Turin - Department of Agricultural, Forest and Food Sciences

**Technical evaluation report on the activities carried out on the golf courses ..... 43**

Massimo Mocioni / University of Turin - Dep. of Agricultural, Forest and Food Sciences



Largo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO) IT

**Project :**

**“UNIZEO - Urea-based Nitrogenous fertilizers coated with ZEOlite: reducing drastically pollution due to nitrogen” - Grant Agreement n° LIFE+2010 ENV/IT/347**

**Agronomic evaluation of Urelite: results from 2 years of experimental activity**

Grugliasco, 15 March 2015

**Summary**

***Sommario***

<b>1. Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Monitoring protocols .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Results and results analysis .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Conclusions .....</b>	<b>12</b>
<b><i>Italian version.....</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b><i>References.....</i></b>	<b><i>22</i></b>
<b><i>Tables .....</i></b>	<b><i>23</i></b>
<b><i>Figures .....</i></b>	<b><i>36</i></b>
<b><i>Annex 1 .....</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Annex 2.....</i></b>	<b><i>42</i></b>



**UNIVERSITY OF TURIN**  
**Department of Agricultural, Forest and Food Sciences**  
Largo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO) IT



## **1. Introduction**

As the project description detailed, experimental activities have been carried out in 2013 and 2014 for evaluating the environmental benefits, the technical feasibility and the economic profitability for growers of using the UNIZEO product.

Medilabor was charged of sampling and laboratory measurements. Growers, in agreement and with the assistance of Medilabor, have reported the yields of the different treated fields. Dept. DISAFA of University of Turin has supervised the experimental activity, defined the monitoring protocols, verified the results and elaborated data in order to produce the interim and the final evaluation report. On the basis of these experimental results Medilabor and Minerali Industriali elaborated a manual for the best use of the UNIZEO new fertilizer. This manual is an operational handbook containing information on good agricultural practice connected with the use of the new fertilizer.



## 2. Monitoring protocols

The environmental benefits, the technical feasibility and the economic profitability of using UNIZEO product have been evaluated using the methods set at the beginning of the project and described in the following paragraphs.

### 2.1. Nitrates leaching reduction

The evaluation of nitrate leaching reduction due to the use of UNIZEO product is evaluated using the results from different experimental activities:

#### A – Crop nitrogen balances assessed in a large agricultural area

A 2-year field activity has been carried out in farmlands and consists in the application of the new fertilizer on a large agricultural area (hundreds of hectares) and a large number of farms (see [Table 1](#)). Different crops have been considered, as well as different fertilization plans. In order to evaluate the effect of UNIZEO product compared with baseline fertilization management, control treatments were monitored in each farm, where common mineral fertilizers and fertilization plans were utilized. This activity provides data for the calculation of soil surface nitrogen balances following the method reported by IRENA ([European Environmental Agency, 2010](#)). The nitrogen balance shows the nitrogen surplus on the agricultural land, which is directly correlated with the risk for nitrate pollution through leaching ([Bassanino et al., 2007](#)).

***Description of the utilized methodology:** The IRENA balance is estimated by calculating the difference between nitrogen added to the agricultural system and nitrogen removed from the system by the crop ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ). This indicator accounts for all inputs and outputs on the soil surface, and includes all emissions of nitrogen from agriculture into water and air and N residual in the soil. Main inputs include amounts of nitrogen as inorganic fertiliser, livestock manure, nitrogen fixation by crops and atmospheric deposition per hectare. The outputs include amounts of nutrients taken out by harvested crops. For the calculation of this balance, the amount of applied nitrogen fertilizer and crop nitrogen uptake have been evaluated on the experimental farmland. Treatments were fertilized with 1) UNIZEO product and 2) common mineral fertilizers (control plots). Many different crops, fertilization plans and soil and climatic conditions were included in the farm experimentation. In order to have stronger evidences of the effect of using UNIZEO product, 15 fields (15 UNIZEO fertilizer + 15 control plots) were intensively monitored for a more detailed analysis. In these detailed monitoring fields, nitrogen fertilizer application and crop nitrogen uptake were measured using research equipment and finer methods. The full description of the methods for crop yields and crop nitrogen uptake determinations was reported by [Grignani et al. \(2007\)](#).*

#### B – Residual soil ammonium and nitrate contents

In order to directly evaluate nitrate leaching and water pollution risks, two different activities were planned in the original project: 1) lysimeters at 20-25 cm; 2) measurements of nitrate leaching at 4-5 m depth.



Dept. DISAFA proposed to achieve the same objective applying a different method which consists in the analyses of soil ammonium and nitrate nitrogen content at different depth (0-30, 30-60, 60-90 cm) in some of the experimental plots (15 plots fertilized with coated-urea and 15 controls fertilized with common mineral fertilizers) and in some period of the year (beginning of growing cycle and after crop harvest).

**Description of the utilized methodology:** *The method for monitoring nitrate leaching losses from soils have been developed in the framework of the Nitrates Directive (91/676/EEC) which is aimed at the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources, and on Member States derogations under the paragraph 2 of Annex III to Directive 91/676/EEC. In fact the methods normally utilized for monitoring the water quality are based on a diffuse network of sampling sites both for surface and deep water. However this network cannot be pertinent with the present project because it supplies information for diffuse sources of pollution and for larger scales, usually river basin or regional scales. In order to monitor hot spot sources of pollution, the above-mentioned legislation (Directive 91/676/EEC and Member States derogation) foresee the direct measurement of soil inorganic nitrogen contents in the upper soil layer, as it is proposed in the present document. The method consists in soil sampling, soil extraction with potassium chloride solution and analysis of extracts for ammonium and nitrates determination. More information are reported in [Alluvione et al. \(2010\)](#).*

### C – Inorganic nitrogen release under controlled laboratory conditions

The effects of the UNIZEO product on nitrogen losses and nitrogen efficiency have also been evaluated through a small scale activity. This also was aimed at achieving information on some important characteristics of the chosen formulations of new coated fertilizers in terms of inorganic nitrogen release.

**Description of the methodology utilized:** *The method utilized in the project is based on a number of incubations trials of soils fertilized with coated-urea at different rates of application and on the monitoring of early nitrogen transformations. More in detail, soil nitrate-N and ammonium-N content were measured at different intervals from the time of fertilizers distribution following the method described by [Bertora et al. \(2008\)](#).*

### 2.2. Reduction of air pollution by ammonia

Within Action 6, the environmental benefits of coated-urea have been evaluated in terms of ammonia emissions. The aim of this activity was to compare the ammonia emissions of coated-urea and urea alone. In order to provide robust results, DISAFA carried out an assessment under controlled environmental conditions using a tested scientific methodology, here described.

**Description of the utilized methodology:** *The effect of fertilizer application on  $NH_3$  emissions has been investigated in field and laboratory studies. Different variables affect the rate and extent of emissions following soil application of fertilizers. The dominant factors influencing losses can be categorized as: fertilizers characteristics, application methods (incorporation, time of application), soil properties (soil*



*moisture, soil texture, soil pH), and environmental factors (temperature, wind speed, rainfall, relative humidity). Experiments carried out in field, where soil and moisture conditions and other environmental factors are very variable and hard to control, have a very high experimental variability that hardly allows differentiating among different fertilizers. In order to isolate the effect of fertilizer characteristics on  $NH_3$  emission, the assessment should be preferentially carried out under standardized laboratory conditions in order to exclude the effect of variable environmental conditions and allow direct comparison of potential emissions from different materials.*

*The small scale methodology proposed for the project is based on a measurement system, already in use and scientifically recognized, which consists in a set of dynamic chambers connected with a trace-gas analyzer. The method is fully described by Monaco et al. (2012).*

### **2.3. Reduction in the need for urea**

The 2-year field activity in the chosen farms consisted in the application of the new fertilizer on a large agricultural area to verify the agro-environmental effects and technical-economic feasibility of using coated urea. To further understand the results from the large area in terms of reduction in the need for urea, different nitrogen application rates were evaluated in three of the 15 monitoring fields. Two fields cultivated with wheat and one field cultivated with maize were established and monitored in 2013 and 2014 (see Attachment 1 for experimental field description).

### **2.4. Reduction in the need of potash and phosphorous**

The reduction in the need of potash and phosphorous was evaluated using the results from the three experimental fields presented in the above paragraph and described in Attachment 1.

### **2.5. Technical feasibility**

The evaluation of the technical feasibility of proper use of the UNIZEO product by farmers has been based on setting and field monitoring of farm fertilization plans. Agronomic description and technical feasibility are reported in the UNIZEO manual.

### **2.6. Quality of crops yields**

The quality of crop yields was evaluated for cereal through protein content of grains and grain specific weight.



### 3. Results and results analysis

#### 3.1. Farms and experimental sites description

The 2-year field activity in farmlands consists in the application of the new fertilizer on a large agricultural area and a large number of farms. Farms involved in the experimentation were 56 (**Table 1**), placed in all the provinces of the Piemonte region; most of them were cereal farms without animal breeding. The experimentation was mainly set on cereals and in particular on maize, wheat and rice. This choice was related with a few technical aspects: 1) annual crops allows to have 2 years of results for evaluating fertilizer effect; 2) maize and wheat have high nitrogen uptake levels and a long growing season; 3) farmlands cultivated on maize and wheat are large and widespread in the Piemonte region.

Moreover, 7 golf courses were individuated for the evaluation of Urelite in this type of agronomic environment.

For detailed monitoring of production, crop N uptake and soil N residues, 13 fields were individuated among farms involved in the experimentation.

#### 3.2. Fertilization and nitrogen input

Fertilization plans with Urelite was set up starting from usual fertilization plans utilized in the farms included in the experimentation. For each farm and crop, following aspects were taken into account: 1) total crop nitrogen needs 2) amount and 3) time of fertilizer application.

Urelite substituted usual mineral fertilizer in 1 or more specific fertilizer application, depending on the analysis of the fertilization plans. Urelite product was applied as top-dressing for all the tested crops. The reduction of N supply with Urelite was equal to 1) 30% when usual fertilization was high and 2) from 20 to 10% when usual fertilization showed an average value. When usual fertilization provided low amount of nitrogen, new fertilization plans with Urelite supplied the same amount (0% of reduction).

With regards to total nitrogen supplied to crops, **Table 2** reports the difference between new fertilization plans (Urelite) and usual farm fertilization plans (Control). Considering all farms included in the experimentation, a reduction of 14% of the total N supplied to wheat was achieved with Urelite compared with Control treatment. In the case of maize, the reduction was equal to 12,8%.

**Table 3** reports the amount of N in the 13 monitoring field. The difference between the amount of N supplied with Urelite and in the Control was equal to -10% for wheat, -11% for maize and -21% for rice.



### 3.3. Crop production, nitrogen uptake and nitrogen balance

**Crop productions.** Field results of crop production in 2013 and 2014 in the 13 monitoring fields are reported in [Table 4](#).

**Wheat.** With regards to wheat, in 2013 levels of grain productions in Control and Urelite treatments were similar in all sites, while in 2014 Urelite showed higher productions than Control in 3 sites of 8 (Faule high level, Piobesi T.se 1 and Piobesi T.se low level). In these sites, the level of total nitrogen applied was the same for Urelite and Control treatments.

**Maize.** With regards to maize, grain productions in 2014 were higher than 2013 due to negative climatic conditions in the first year of experimentation. In 2013, Urelite treatment showed higher productions in 3 of 6 sites and lower productions in 1 of 6 sites in comparison with Control treatment. In 2014, differences between treatment were low with the exception of one site (Piobesi T.se 1) where grain productions were higher for Urelite than Control. In this site, nitrogen application rates were similar in the two treatments.

**Rice.** Rice showed similar productions in 2013 and 2014 for all monitored sites, irrespective to the type of fertilizer used and the different amount of N applied.

**Nitrogen uptake.** Field results of crop nitrogen uptake in 2013 and 2014 in the 13 monitoring fields are reported in [Table 5](#). Crop N uptake showed higher and more frequent differences between treatments compared with crop productions. Moreover, in general crop N uptake levels showed a low correlation with both crop production and nitrogen application level.

**Wheat.** For wheat, while in 2013 N uptake for Urelite and Control were similar, in 2014 they were higher for Urelite compared to Control in 3 of 8 sites and lower in 2 of 8 sites.

**Maize.** For maize, 3 of 6 sites showed higher and 1 of 6 sites lower N uptake for Urelite compared with Control in 2013. One of 6 sites showed higher and 2 of 6 sites lower N uptake for Urelite compared with Control in 2014.

**Rice.** For rice, differences between treatments were variables and not correlated with fertilizer type and N fertilization level.

**Crop nitrogen balance.** The results in terms of crop nitrogen balance are reported in [Table 6](#).

**Wheat.** In 2013, total N uptakes were similar in Urelite and Control treatments for all crops included in the experiment. In 2014, 3 of 8 sites cultivated with wheat (Piobesi T.se 1, Piobesi T.se Low Level and Rivoli) showed higher total N uptake for Urelite compared with Control, while 2 of 8 sites (Faule Low Level and Leini) showed lower total N uptake for Urelite compared with Control. Crop nitrogen balance depends on N application level and total N uptake. The results showed that in 5 of 8 monitored sites cultivated with wheat,



crop N balance was lower for Urelite compared with Control. Lower N balance means that a lower N surplus was achieved and a lower risk for environmental N losses.

**Maize.** Differences of total N uptake between Urelite and Control were limited, although a reduction of Urelite compared with Control were measured in Leinì site where reduction in terms of N supply was very high in both years. However, in 3 of 6 sites lower crop N balance was estimated for Urelite compared with Control, with a potential positive environmental effect.

**Rice.** Total N uptake was calculated in one site in 2013 and one site in 2014. Differences were very low and the effect of treatments was variable. However, the effect of the fertilization plan with Urelite on crop N balance was clear: lower surplus with Urelite compared with Control fertilization.

### 3.4. Soil nitrogen monitoring

The effect of the use of urelite in terms of nitrate leaching risk was evaluated through soil ammonium and nitrate nitrogen content at different depth (0-30, 30-60, 60-90 cm) measured at the beginning of growing cycle and after crop harvest.

In 2013 results showed very low amount of soil nitrogen contents for all sampling dates and crops. This is probably due to high precipitations during the growing season and to the low amount of soil organic matter contents in the farms included in the experimentation where fields are in general not fertilized with animal manure or organic fertilizers.

In 2014 soil nitrogen concentrations at harvest were compared in all the 13 monitoring fields ([Table 8](#)). In general fertilization plans with Urelite lead to lower soil N content in the 0-90 cm soil profile compared with Control fertilization plans. This effect was in average larger in sites cultivated with maize. On average, the fraction of nitric nitrogen was lower in the Urelite compared with Control for wheat.

### 3.5. Focus on Phosphorous and Potassium uptake at different fertilization level

The results of P and K uptake were evaluated as a whole, considering the 2013 and 2014 together, in 13 plots monitored, with different levels of fertilization (see Annex 1).

As regards the phosphorus ([Figure 1 a](#)), on wheat results are variable depending on the site and the type of fertilization, but prevails a lower absorption in case of Urelite. In corn the trend is similar, only in one case the Urelite has a higher absorption than the Control. Necessary to consider that Lombriasco experimental site was strongly affected by negative climatic conditions for maize growth, especially in 2013. Even for the rice we can see the same trend, then the phosphorus would not seem to have given an improving effect on crops. Regarding the potassium ([Figure 1 b](#)), the results on the different crops are similar to those obtained with phosphorus.



However, as was to be expected an effect of the use of Urelite on the absorption of phosphorus and potassium, the mechanism of interaction between these processes should be investigated with further testing in the laboratory.

### 3.6. Laboratory experiment on nitrogen release and ammonia emissions

Laboratory experimentations were carried out in order to better understand processes and dynamics of N release from Urelite fertilizer in soil. This activity allowed interpreting field results, individuating correct field utilization and proposing further product improvement.

Two experiments on nitrogen release from fertilizers were carried out in 2013.

In the first experiment (**Figure 2**), two different levels of urea and urelite were compared in two different soil types. In this experiment, fertilizers were incorporated in the soil and incubated at 20 degrees for 30 days. At different time intervals, fertilized soil samples were analyzed for soil nitrogen content determination. Results showed different dynamics of ammonium and nitric nitrogen in the two soils (higher nitrification rate in the loam soil compared with silty-loam). The dynamic of nitrogen for the same soil was similar for urea and urelite. Urelite showed a tendency to reduce nitrate contents at high level of application with respect to Urea treatment (difference not statistically significant).

In the second experiment, a different experimental protocol was set-up in order to examine in depth urelite mechanisms of nitrogen release. In this second experiment, a further treatment was included with soil amended with pure zeolite utilized for urelite production. Moreover, urea and urelite nitrogen release were evaluated for surface application. A different nitrogen extraction technique was tested using water instead of potassium chloride. Results showed in **Figure 3** showed a reduction of ammonium nitrogen contents in the soil solution with urelite and urea added to soil amended with zeolite. A possible explanation is related with the increase in cation-exchange capacity due to zeolite both pure and applied with urelite.

A third experiment was related with the comparison of ammonia emissions between urea and urelite. The results of the experiment showed similar ammonia emissions, probably because the zeolite cover, which protect urea granule, opens up rapidly. For this reason, the evaluation of the effect of fertilization plan in terms of ammonia emissions was carried out using the same emission rate for urea and urelite. The value of emission factor was selected from the EMEP/Emission Inventory Guidebook (14-17% for urea). The fertilization plans with Urelite reduced estimated  $\text{NH}_3$  emissions compared with Control fertilization plan due to the reduction in total N supply (-19% on average).

### 3.7 Agronomic evaluation of golf courses included in the experimentation

See for this evaluation the separate report prepared by expert Massimo Mocioni.



#### 4. Conclusions

Field experimentation of Unizeo project led to several results:

- **Fertilization plans:** this activity allows to evaluate 1) the reduction of urea needs 2) the reduction of nitrate and 3) the technical feasibility of using the product urelite. In general, it has been possible to substitute urelite in the original farm fertilization plans that have been improved for the experimentation;
- **Crop production:** the evaluation of crop productions is very important because it allows verifying the economic feasibility of using urelite product. Results showed that, although nitrogen application was in general reduced, crop production levels were not affected. Moreover, some sites cultivated with wheat or maize showed higher grain production when Urelite was utilized compared with control fertilization plans.
- **Nitrogen balance:** this assessment is related with the risk of nitrate leaching. In 2014 nitrogen surplus were in general lower with Urelite compared with Control.
- **Soil nitrogen contents in the profile:** in the second year of experiment, Urelite showed in several sites lower soil nitrogen contents compared with Control treatment.
- **Laboratory experiments:** two experiments were carried out in order to better understand the mechanisms of urelite in terms of nitrogen release and ammonia emissions. This activity is related with 1) the evaluation of the technical feasibility (crop, time and method of fertilizer application), 2) nitrate leaching reduction (relation with mechanism of the product and the process of leaching in the field) and 3) ammonia emissions reduction.



Italian version

## 1. Introduzione

Come previsto dal protocollo del progetto, le attività sperimentali svolte nel 2013 e nel 2014 avevano l'obiettivo di valutare i benefici ambientali, la fattibilità tecnica e la redditività economica dell'utilizzo del prodotto UNIZEO.

Medilabor ha avuto l'incarico del campionamento e delle analisi di laboratorio. Gli agricoltori coinvolti nella sperimentazione, in accordo e con l'assistenza di Medilabor, hanno verificato le produzioni aziendali negli appezzamenti sperimentali. Il Dipartimento DISAFA dell'Università di Torino ha avuto il ruolo di supervisore dell'attività sperimentale, definendo i protocolli di monitoraggio, verificando i risultati e i dati elaborati per le relazioni previste per il progetto. Sulla base di questi risultati sperimentali, Medilabor e Minerali Industriali hanno redatto un manuale per l'utilizzazione del fertilizzante UNIZEO. Questo manuale contiene le informazioni operative relative alle buone pratiche agricole connesse con l'uso del nuovo fertilizzante.

## 2. Protocolli per il monitoraggio

I benefici ambientali, la fattibilità tecnica e la redditività economica del prodotto UNIZEO sono stati valutati utilizzando i metodi indicati all'inizio del progetto e descritti nei paragrafi seguenti.

### 2.1. Riduzione della lisciviazione dei nitrati

La valutazione della riduzione della lisciviazione dei nitrati dovuta all'adozione del prodotto UNIZEO è stata valutata utilizzando i risultati di diverse attività sperimentali:

#### A – Bilanci azotati delle colture stimati su ampie superfici agricole

L'attività di campo dei 2 anni di sperimentazione è stata effettuata su terreni agricoli aziendali ed è consistita nell'applicazione del nuovo fertilizzante su una ampia superficie agricola (centinaia di ettari) e su un numero di aziende elevato (56 aziende coinvolte). Sono state prese in considerazione diverse colture e numerosi piani di concimazione. Allo scopo di valutare gli effetti del prodotto UNIZEO fertilizzante confrontato con la fertilizzazione tradizionale (Controllo), in ogni azienda sono stati monitorati dei trattamenti di controllo, in cui venivano utilizzati i comuni fertilizzanti minerali con i piani di concimazione abituali dell'azienda. Questa attività ha fornito i dati per il calcolo dei bilanci di azoto superficiali del suolo seguendo il metodo IRENA (Agenzia Europea dell'Ambiente, 2010). Il bilancio azotato stima il surplus di azoto nei terreni agricoli che è positivamente correlato con l'eccesso di azoto e la lisciviazione dei nitrati (Bassanino et al., 2007).

*Descrizione del metodo utilizzato: Il bilancio IRENA è stimato calcolando la differenza fra l'azoto fornito e l'azoto rimosso dalla coltura ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ). Questo indicatore rappresenta tutti gli input e gli output sulla superficie del suolo, e comprende tutte le emissioni di azoto*



*dall'agricoltura nell'ambiente e l'N residuo nel terreno. Gli input principali includono: l'azoto fornito come fertilizzante inorganico, mediante gli effluenti di allevamento, l'azotofissazione e la deposizione atmosferica per ettaro. Gli output comprendono gli asporti delle colture raccolte. Per il calcolo del bilancio, vengono stimate le quantità di fertilizzanti azotati distribuite e gli asporti di azoto delle colture sui terreni agricoli sperimentali. Le tesi sono rappresentate dagli appezzamenti fertilizzati con il prodotto UNIZEO e quelli fertilizzati secondo i piani di fertilizzazione consueti delle aziende (tesi di controllo). I bilanci sono stati calcolati per diverse colture, piani di concimazione, suoli agricoli e condizioni climatiche. Al fine di ottenere una valutazione rigorosa dell'effetto dell'utilizzo del prodotto UNIZEO, sono stati individuati 15 appezzamenti, suddivisi nelle due tesi (tesi fertilizzate con il prodotto UNIZEO e tesi di controllo), che sono stati monitorati seguendo un protocollo di maggior dettaglio (vedi Allegato 1). In questi appezzamenti, i dati per la stima del bilancio azotato sono stati raccolti utilizzando attrezzatura e metodologia propri della ricerca scientifica. La descrizione completa dei metodi è riportata in Grignani et al. (2007).*

#### **B – Concentrazioni di azoto ammoniacale e nitrico nel suolo**

Al fine di valutare la riduzione della lisciviazione dei nitrati nelle acque, due diverse attività erano state pianificate nel progetto originale: 1) l'uso di lisimetri posti a 20-25 cm; 2) la misura della lisciviazione dei nitrati a 4-5 m di profondità.

Il DISAFA ha proposto di raggiungere l'obiettivo del progetto adottando una diversa metodologia che consiste nell'analisi del contenuto di ammonio e azoto nitrico nel suolo a diversa profondità (0-30, 30-60, 60-90 cm) in alcune siti sperimentali (i 15 appezzamenti per il monitoraggio di dettaglio), e in alcuni periodi dell'anno (inizio del ciclo colturale e dopo le raccolte).

**Descrizione del metodo utilizzato:** *Questo metodo di monitoraggio delle perdite di nitrati per lisciviazione è stato messo a punto nel quadro della Direttiva Nitrati (91/676/CEE) dell'Unione Europea che ha come obiettivo la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Infatti i metodi normalmente utilizzati per il monitoraggio della qualità delle acque si basano su una rete diffusa di punti di campionamento di acque superficiali e profonde. Tuttavia, un campionamento di questo tipo non è adatto al presente progetto perché fornisce informazioni sulle fonti di inquinamento cosiddette diffuse e per scale più grandi, di solito bacino idrografico o scala regionale. Al fine di monitorare le fonti puntuali di inquinamento, la normativa di cui sopra (direttiva 91/676/CEE) prevede la misura diretta dei contenuti di azoto nello strato più superficiale del suolo, come viene proposto nel presente documento. Il metodo consiste nel campionamento del suolo, estrazione del terreno con soluzione di cloruro di potassio e analisi degli estratti per la determinazione delle concentrazioni di azoto ammoniacale e di nitrati. Ulteriori informazioni sono riportate in Alluvione et al. (2010).*



### C – Dinamiche di rilascio dell'azoto inorganico in condizione di laboratorio controllate

Gli effetti del prodotto UNIZEO sulle perdite di azoto sono stati valutati anche attraverso un'attività effettuata a scala di laboratorio. Questa attività era anche finalizzata ad ottenere informazioni su alcune importanti caratteristiche delle formulazioni scelte dei nuovi concimi rivestiti, in termini di rilascio dell'azoto inorganico.

***Descrizione del metodo utilizzato:** Il metodo si basa sull'incubazione di suoli fertilizzati con dosi diverse di urea rivestita e di urea granulata, e sulla determinazione delle dinamiche dei contenuti di azoto nel suolo. Più in dettaglio, i contenuti di azoto nitrico e ammoniacale nel suolo sono stati misurati ad intervalli diversi dal momento della distribuzione dei fertilizzanti, seguendo il metodo descritto da Bertora et al. (2008).*

#### 2.2. Riduzione delle emissioni di ammoniaca

Nell'ambito dell'Azione 6, i benefici ambientali dell'urea rivestita vengono valutati in termini di emissioni di ammoniaca. L'obiettivo di questa attività è quello di confrontare le emissioni di ammoniaca del prodotto UNIZEO con quelle dell'urea. Al fine di fornire risultati affidabili, DISAFA ha effettuato una valutazione in condizioni ambientali controllate utilizzando una metodologia scientifica testata, di seguito descritta.

***Descrizione del metodo utilizzato:** L'effetto dell'applicazione dei fertilizzanti sulle emissioni di  $NH_3$  è stata valutata in sperimentazioni di campo e di laboratorio. Differenti variabili influenzano le emissioni dovute all'applicazione al terreno di fertilizzanti. I fattori dominanti che influenzano le perdite sono: caratteristiche dei fertilizzanti, metodi di distribuzione degli stessi, caratteristiche del suolo (umidità del suolo, tessitura del suolo, pH del suolo), e fattori ambientali (temperatura, velocità del vento, precipitazioni, umidità relativa). Gli esperimenti effettuati in campo, dove le condizioni del suolo e di umidità e altri fattori ambientali sono molto variabili e difficili da controllare, hanno una elevata variabilità sperimentale che difficilmente permette di distinguere tra diversi fertilizzanti. È preferibile quindi effettuare la valutazione del fertilizzante in condizioni di laboratorio per escludere l'effetto delle condizioni ambientali e consentire il confronto diretto delle emissioni potenziali di vari materiali.*

*La metodologia di laboratorio proposta per il progetto si basa su un sistema di misura, già in uso e scientificamente riconosciuta, che consiste in una serie di camere di volatilizzazione collegate ad un analizzatore di gas. Il metodo è descritto in Monaco et al. (2012).*

#### 2.3. Riduzione del fabbisogno di urea

L'attività sperimentale di campo ha previsto l'applicazione del fertilizzante in prova nelle aziende agricole scelte, al fine di verificare gli effetti agro-ambientali e la fattibilità tecnico-economica



dell'uso dell'urea rivestita per migliorare la fertilizzazione. Per meglio comprendere i risultati raccolti nelle aziende agricole, in tre dei 15 campi individuati per l'attività di monitoraggio di dettaglio sono anche stati valutati diversi livelli di apporto di azoto. Questi campi sono stati coltivati a frumento (due campi) e mais (1 campo). La descrizione dei campi sperimentali è riportata nell'Allegato 1.

#### **2.4. Riduzione del fabbisogno di fosforo e potassio**

La riduzione del fabbisogno di potassio e fosforo è stata valutata in 13 dei 15 campi individuati per l'attività di monitoraggio di dettaglio, presentati nel paragrafo precedente e descritti in Allegato 1.

#### **2.5. Fattibilità tecnica**

La valutazione della fattibilità tecnica legata all'utilizzo del prodotto UNIZEO è basata innanzitutto sulla formulazione dei piani di concimazione e sulla verifica del buon funzionamento del prodotto in campo (distribuzione del prodotto, valutazione delle produzioni). I risultati di questa valutazione sono stati inclusi nel manuale UNIZEO.

#### **2.6. Qualità delle produzioni**

La qualità delle produzioni agricole sono state valutate, per quanto riguarda i cereali, mediante l'analisi del contenuto proteico delle granelle e la misura del peso specifico.

### **3. Risultati delle sperimentazioni**

#### **3.1. Descrizione dei siti sperimentali**

L'attività sperimentale nelle aziende agricole ha previsto l'applicazione del nuovo fertilizzante su una ampia superficie agricola e in un elevato numero di aziende. In particolare, le aziende coinvolte nella sperimentazione sono state 56 (**tabella 1**), situate in tutte le province piemontesi; la maggior parte di loro erano aziende cerealicole senza allevamento. La sperimentazione è stata impostata principalmente su cereali e in particolare sul mais, frumento e riso. Questa scelta è dovuta alla valutazione di alcuni aspetti tecnici: 1) le colture annuali e, in particolare, i cereali consentono di valutare sul breve periodo gli effetti della fertilizzazione; 2) il mais e il frumento hanno elevati livelli di assorbimento di azoto e stagioni di crescita prolungate; 3) la diffusione di queste colture permette di effettuare un monitoraggio su un ampio territorio.

Per il monitoraggio dettagliato di produzioni, asporti di azoto delle colture e lisciviazione dell'azoto nel suolo, sono stati individuati 13 appezzamenti tra le aziende coinvolte nella sperimentazione.

Inoltre, sono stati individuati 7 campi da golf per valutare l'impiego dell'Urelite in questo particolare agro-ambiente, di cui 2 per il monitoraggio dettagliato del suolo.



### 3.2. Fertilizzazioni e apporti di azoto

I piani di concimazione con Urelite sono stati definiti sulla base dei piani di concimazione abitualmente effettuati nelle aziende agricole coinvolte nella sperimentazione, considerando in particolare: 1) i fabbisogni di azoto delle colture e 2) l'epoca, la modalità e la quantità di azoto solitamente distribuite e la possibilità di sostituzione con l'Urelite.

Il prodotto Urelite ha sostituito il fertilizzante abituale in una o più distribuzioni, a seconda della valutazione in merito al piano di fertilizzazione esistente. L'Urelite è stata distribuita in copertura per tutte le colture testate. L'obiettivo di riduzione dell'apporto di N nel caso di utilizzo del prodotto Unizeo è stato pari a: 1) 30% quando il livello di fertilizzazione abituale era alto, 2) dal 20 al 10 % quando la fertilizzazione usuale era nella media, 3) quando la fertilizzazione abituale forniva già una bassa quantità di azoto rispetto ai fabbisogni colturali, i nuovi piani di concimazione con Urelite prevedevano la stessa quantità di N (0% di riduzione). La **Tabella 2** riporta le quantità totali di azoto fornite con i piani di concimazione consueti (Controllo) e nei nuovi piani di concimazione (Urelite) per il frumento, il mais e il riso. Considerando tutte le aziende coinvolte nella sperimentazione, la riduzione della quantità di azoto totale fornita con Urelite rispetto al Controllo è stata pari al 14% per il frumento mais e al 12.8% per il mais.

La **Tabella 3** riguarda la quantità di azoto nei 13 appezzamenti monitorati. La differenza tra il livello di azoto fornito con Urelite e il Controllo è stata pari al 10% nel frumento, all'11% nel mais e a 21% nel riso.

### 3.3. Produzioni, asporti e bilanci colturali

**Produzioni delle colture.** I risultati dei due anni di sperimentazione relativi alla produzione delle colture nei 13 appezzamenti di monitoraggio di dettaglio sono riportati nella **tabella 4**.

**Frumento.** Nel 2013 i livelli di produzione della granella di frumento sono risultati simili tra le tesi a confronto (Urelite vs Controllo) in tutti i siti, mentre nel 2014 l'Urelite ha raggiunto produzioni più alte rispetto al Controllo in 3 siti su 8 (Faule livello alto, Piobesi T.se 1 e Piobesi livello basso). In questi appezzamenti, la quantità di azoto apportato era la stessa nelle due tesi.

**Mais.** Per quanto riguarda il mais, la produzione di granella nel 2014 è stata più alta rispetto al 2013, a causa delle condizioni climatiche sfavorevoli durante il primo anno della sperimentazione. Nel 2013 il trattamento Urelite ha mostrato produzioni più alte in 3 siti su 6 e produzioni più basse in 1 sito su 6, a confronto con il trattamento Controllo. Nel 2014, le differenze fra trattamenti sono state più ridotte, ad eccezione di un solo appezzamento



(Piobesi T.se 1), dove le produzioni di granella sono state più alte con Urelite rispetto al Controllo. In questo caso le quantità di azoto distribuite nei due trattamenti erano simili.

**Riso.** Il riso ha mostrato livelli produttivi simili nel 2013 e nel 2014 in tutti i siti monitorati, indipendentemente dal fertilizzante utilizzato e dalla diversa quantità di azoto apportato.

**Asporti di azoto.** I risultati relativi agli asporti di azoto nei 13 siti monitorati sono riportati in **tabella 5**. Gli asporti azotati presentano differenze più elevate e più frequenti tra trattamenti rispetto alle produzioni. Inoltre, i livelli di azoto asportato dalla coltura mostrano una bassa correlazione sia con la produzione sia con la quantità di azoto distribuito.

**Frumento.** Nel caso del frumento, mentre nel 2013 gli asporti in tutti i siti erano simili per quanto riguarda il confronto Urelite e Controllo, nel 2014 la quantità asportata è risultata più alta nell'Urelite rispetto al Controllo in 3 siti su 8, e più bassa in 2 siti su 8.

**Mais.** Per il mais, nel 2013 gli asporti sono risultati più alti con Urelite in 3 siti su 6 e più bassi in 1 su 6 asporti. Nel 2014, 1 dei 6 siti ha mostrato asporti più alti e 2 siti su 6 asporti più bassi con Urelite rispetto al Controllo.

**Riso.** Nel riso, le differenze fra trattamenti sono risultate variabili e non correlate alla tipologia di fertilizzante e al livello di fertilizzazione.

**Bilancio culturale dell'azoto.** I risultati relativi al bilancio culturale dell'azoto sono riportati in **Tabella 6**.

**Frumento.** Nel 2013, l'azoto totale asportato dalla coltura è stato analogo in entrambi i trattamenti (Urelite e Controllo) e per tutte le colture oggetto della sperimentazione. Nel 2014, 3 degli 8 appezzamenti coltivati a frumento (Piobesi T.se 1, Piobesi T.se livello basso e Rivoli) presentano livelli di N asportato più alti nell'Urelite rispetto al Controllo, mentre 2 siti su 8 (Faule livello basso e Leinì) mostrano quantità di N asportato più basse nel caso dell'Urelite. Il bilancio culturale per l'azoto dipende dalla quantità di N distribuito e dall'asporto totale dell'azoto. I risultati evidenziano che in 6 degli 8 siti monitorati, coltivati a frumento, il bilancio dell'azoto è più basso nell'Urelite paragonata al trattamento di controllo. Un bilancio azotato minore significa che è stato raggiunto un surplus di azoto più basso e quindi che il rischio di perdite di N nell'ambiente è più contenuto.

**Mais.** Le differenze in termini di N totale asportato tra Urelite e Controllo sono state limitate per il mais, nonostante sia evidente una diminuzione di asporti nell'Urelite rispetto al Controllo nel sito di Leinì, dove però la riduzione dell'N apportato è stata molto forte in entrambi gli anni della sperimentazione. Tuttavia, in 3 siti su 6, il bilancio culturale azotato stimato è più basso nell'Urelite rispetto al Controllo, con un potenziale effetto positivo per l'ambiente.



**Riso.** Gli asporti totali di N sono stati calcolati in un solo sito per il 2013 e per il 2014. Le differenze rilevate sono state molto basse e l'effetto dei diversi trattamenti è stato variabile. Tuttavia, le conseguenze di un piano di concimazione con Urelite sui bilanci azotati è apparso evidente: surplus di N più bassi nell'Urelite a confronto con la fertilizzazione abituale.

### 3.4. Monitoraggio delle concentrazioni di azoto nel suolo

L'effetto dell'uso dell'Urelite in termini di rischio di lisciviazione dei nitrati è stato valutato attraverso la determinazione dei contenuti di azoto nitrico e ammoniacale nel suolo, a differenti profondità (0-30, 30-60, 60-90 cm) misurata all'inizio del ciclo di crescita e dopo la raccolta delle colture.

Nel 2013 i risultati hanno mostrato una quantità molto bassa di azoto del suolo per tutte le date di campionamento e colture. Ciò è probabilmente dovuto alle alte precipitazioni durante la stagione di crescita e alla bassa quantità di sostanza organica contenuta nel suolo delle aziende incluse nella sperimentazione, dove i campi sono in generale non concimati con concimi di origine zootecnica.

Nel 2014, le concentrazioni di azoto nel suolo al momento della raccolta nelle due tesi sono riportate in **Tabella 8**. In generale, i piani di concimazione con Urelite hanno determinato valori inferiori di contenuto di N nel profilo di suolo (0-90 cm) rispetto al Controllo. Questo effetto è stato in generale più evidente nei siti coltivati a mais. Inoltre, nel frumento è stata rilevata una frazione di azoto nitrico più bassa nell'Urelite rispetto al Controllo. Questo effetto può determinare benefici in termini di lisciviazione dell'azoto poiché la frazione nitrica è solubile e quindi più facilmente lisciviabile rispetto alla frazione ammoniacale.

### 3.5. Asporto di fosforo e potassio

I risultati relativi agli asporti di P e K sono stati valutati complessivamente, considerando il 2013 e il 2014 insieme, nei 13 appezzamenti monitorati, con livelli di concimazione differenti (vedi Allegato 1).

Per quanto riguarda il fosforo (**Figura 1 a**), su frumento i risultati sono variabili a seconda del sito e del tipo di concimazione, ma prevale un minor assorbimento nel caso di impiego dell'urelite. Nel mais l'andamento è analogo, solo in un caso l'urelite presenta un maggior assorbimento rispetto al testimone. Occorre considerare che la coltivazione del mais nel sito di Lombriasco è stata decisamente influenzata dalle condizioni climatiche negative, soprattutto nel 2013, con livelli produttivi nettamente inferiori a quelli comunemente ottenuti. Anche per il riso possiamo vedere lo stesso andamento, quindi il fosforo non sembrerebbe avere dato un effetto migliorativo sulle colture.

Per quanto riguarda il potassio (**Figura 1 b**), i risultati sulle diverse colture sono simili a quelli ottenuti con il fosforo.



Tuttavia, poiché era prevedibile un effetto dell'impiego di urelite sull'assorbimento di fosforo e potassio, il meccanismo di interazione tra questi processi andrebbe approfondito con ulteriori prove in laboratorio.

### 3.6. Esperimenti di laboratorio sulle dinamiche di rilascio dell'azoto e sulle emissioni di ammoniaca

Le sperimentazioni di laboratorio sono state effettuate per comprendere meglio i processi e le dinamiche di rilascio dell'N dal fertilizzante Urelite. Questa attività ha permesso di individuare la corretta epoca e modalità di distribuzione del fertilizzante, supportare l'interpretazione dei risultati di campo e proporre eventuali ulteriori miglioramenti del prodotto.

Due esperimenti sul rilascio di azoto sono stati effettuati nel 2013, mentre l'esperimento di emissione di ammoniaca è stato effettuato nel 2014. Nel 2014, inoltre, sono stati effettuati dei test preliminari per individuare ulteriori metodologie sperimentali volte a migliorare la tecnologia del prodotto Urelite.

Nel primo esperimento (**Figura 2**) due differenti livelli di urea e urelite sono stati confrontati in due diversi tipi di suolo. In questo esperimento, i fertilizzanti sono stati incorporati nel terreno e incubati a 20° C per 30 giorni. Ad intervalli di tempo diversi, i campioni di terreno fertilizzato sono stati analizzati per la determinazione del contenuto di azoto. I risultati hanno mostrato diverse dinamiche di ammonio e azoto nitrico nei due suoli (tasso di nitrificazione più elevato nel terreno franco). La dinamica di azoto nello stesso terreno è risultata simile per l'urea e per l'Urelite. L'Urelite ha mostrato una tendenza a ridurre il contenuto di nitrati all'alto livello di applicazione rispetto al trattamento Urea (differenza non statisticamente significativa). Nel secondo esperimento, è stato definito un protocollo sperimentale diverso al fine di esaminare in modo approfondito i meccanismi del rilascio di azoto dall'Urelite. In questo secondo esperimento, è stato incluso un ulteriore trattamento con terreno addizionato di zeolite pura. Inoltre, l'urea e l'Urelite sono state valutate per l'applicazione superficiale. Una diversa tecnica di estrazione dell'azoto è stata testata, consistente nell'utilizzare l'acqua invece del cloruro di potassio. I risultati di tali esperimenti sono riportati in **Figura 3**. Mostrano una riduzione del contenuto in azoto ammoniacale nel suolo con Urelite e, ancora maggiormente, nel suolo addizionato di zeolite pura. Questo effetto è probabilmente legato all'aumento della capacità di scambio cationico dovuto alla presenza di zeolite sia pura sia contenuta nell'Urelite. Un terzo esperimento è stato effettuato per valutare le emissioni di ammoniaca con urea e con urelite. I risultati dell'esperimento (**Figura 4**) mostrano un'emissione di ammoniaca simile con i due fertilizzanti in prova, probabilmente dovuta al fatto che la copertura di zeolite, che protegge il granulo di urea, si apre molto rapidamente. Per questo motivo, la valutazione dei piani di concimazione, in termini di emissioni di ammoniaca, è stata effettuata considerando lo stesso tasso di emissione per l'urea e per l'Urelite. Il valore del fattore di emissione utilizzato fa riferimento alle linee guida per il calcolo delle emissioni (EMEP, 2009) che riporta valori di 14-17%



per l'urea. I piani di concimazione con Urelite hanno ridotto le emissioni di ammoniaca stimate, rispetto ai piani di fertilizzazioni abituali, a causa della riduzione dell'N apportato (-19 % in media) (Tabella 9).

### 3.7. Valutazione agronomica dei campi da golf inclusi nella sperimentazione

Si vede per questa valutazione la relazione separata preparata dall'esperto Massimo Mocioni.

## 4. Conclusioni

La sperimentazione di campo del progetto Unizeo ha portato a diversi risultati:

- **Piani di concimazione:** questa attività ha permesso di valutare 1) la riduzione del fabbisogno di urea, 2) la riduzione del rischio di lisciviazione dei nitrati e 3) la fattibilità tecnica dell'uso dell'urelite. In generale, è stato possibile introdurre l'Urelite nei piani di concimazione originali che sono stati in questo modo migliorati;
- **Produzione vegetale:** la valutazione delle produzioni delle colture è molto importante perché permette di verificare la fattibilità economica dell'uso del prodotto urelite. I risultati hanno mostrato che, nonostante l'applicazione di azoto fosse in generale ridotta, i livelli di produzione delle colture non sono stati penalizzati. Inoltre, alcuni siti coltivati a frumento o a mais, hanno mostrato produzioni di granella superiori dove è stata utilizzata Urelite, rispetto all'impiego di concimi tradizionali.
- **Bilancio dell'azoto:** questa valutazione è in relazione con il rischio di lisciviazione dei nitrati. Nel 2014 il surplus di azoto è stato generalmente minore con l'Urelite rispetto al Controllo.
- **Contenuto di azoto nel profilo di suolo:** nel secondo anno della sperimentazione, in diversi siti, l'Urelite ha mostrato contenuti di azoto nel suolo più bassi rispetto al trattamento Controllo.
- **Esperimenti di laboratorio:** sono stati effettuati due esperimenti al fine di comprendere meglio i meccanismi dell'Urelite in termini di rilascio dell'azoto e di emissione di ammoniaca. Questa attività è servita a valutare: 1) la fattibilità tecnica dell'uso del prodotto (coltura, epoca e modalità di applicazione del fertilizzante), 2) la riduzione della lisciviazione dei nitrati (relazione tra il meccanismo di funzionamento del prodotto e il processo di lisciviazione in campo) 3) la riduzione delle emissioni di ammoniaca.



## References (University of Turin - DISAFA)

- Alluvione F., Bertora C., Zavattaro L., Grignani C. (2010) Nitrous oxide and carbon dioxide emissions following green manure and compost fertilization in corn. *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA JOURNAL* 74, 384-395.
- Bassanino M., Grignani C., Sacco D., Allisiardi E. (2007) Nitrogen balances at the crop and farm-gate scale in livestock farms in Italy. *AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT*, 122, 282-294.
- Bertora C., Alluvione F., Zavattaro L., van Groenigen J.W., Velthof G., Grignani C. (2008) Pig slurry treatment modifies slurry composition, N<sub>2</sub>O, and CO<sub>2</sub> emissions after soil incorporation. *SOIL BIOLOGY & BIOCHEMISTRY*, 40, 1999-2006.
- Grignani C., Zavattaro L., Sacco D., Monaco S. (2007) Production, nitrogen and carbon balance of maize-based forage systems. *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY*, 26, 442-453.
- Monaco S., Sacco D., Pelissetti S., Dinuccio E., Balsari P., Rostami M., Grignani C. Laboratory assessment of ammonia emission after soil application of treated and untreated manures. *JOURNAL OF AGRICULTURAL*



**Table 1. Location, crop and number of farms included in the project.**

**Tabella 1. Comune, colture e numero di aziende coinvolte nella sperimentazione.**

Province of TORINO	Crop	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
Carignano	Wheat	1	
	Maize		
Carmagnola	Wheat	1	
	Maize	2	
Castagnole Piemonte	Maize	2	
	Triticale	1	
Lombriasco	Maize	1	1
	Barley		
Poirino	Wheat	1	
	Maize		
Reano	Wheat	1	
San Carlo Canavese	Maize	1	
	Triticale		
Villafranca Piemonte	Wheat	1	1
	Maize	2	
Torino	Wheat	1	1
	Triticale		
Airasca	Wheat	1	
	Maize		
	barley		
Leini	Wheat	1	1
	Maize		1
Piobesi Torinese	Wheat	3	2
	Maize		1
Venaria	Maize	1	
	Triticale		

Province of VERCELLI	Crop	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
Livorno Ferraris	rice	1	1
Rovasenda	rice	1 (0 in 2014)	
Vercelli	rice	1	
Villarboit	rice	1	



Santhià	Wheat	1	
---------	-------	---	--

Province of CUNEO	Crop	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
Faule	Wheat	2	1
	Maize		
Guarene	Wheat	1	
	Maize		
	barley		
Madonna dell'Olmo	Kiwi	1	
Polonghera	Maize	1	
Racconigi	Maize	9	
Verzuolo	Kiwi	1	
	Pesche		
Beinette	Wheat	1	
	Maize		
	barley		

Province of ALESSANDRIA	Crop	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
Arquata Scrivia	wheat	1	
	Maize		
Cerrina Monferrato	wheat	1	1
	Maize		
	nocciolo		
Gavi	Maize	1	
Novi Ligure	wheat	2	
	Maize	1	
Serravalle Scrivia	wheat	2	
	Maize	1	
Momperone	wheat	1	
Cassano Spinola	wheat	1 (0 in 2014)	
	Maize		
Pozzolo Formigaro	wheat	1	
Bosco Marengo	wheat	1	1
	Maize		



Province of NOVARA	Crop	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
Granozzo con Monticello	Maize	1	1
	rice		

	Number of farms included in the experimentation	Detailed monitoring fields
<b>Total cereal farms</b>	<b>54 (52 in 2014)</b>	<b>13</b>
<b>Total fruit farms</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Total golf courses</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>63 (61 in 2014)</b>	<b>15</b>

**Table 2. Utilized Agricultural Area (UAA) and difference in total nitrogen supplied in all 56 farms (average 2013 and 2014).**

*Tabella 2. Superficie Agricola Utile e differenze in termini di apporti di azoto nelle 56 aziende agricole (media 2013-2014) e b) nei 15 appezzamenti per il monitoraggio di dettaglio.*

**WHEAT**

Farm	UAA (ha)		Difference in total nitrogen supplied (Urelite-Control %)
	Control	Urelite	
Agriallevamento Bonetto	na	40.0	-14.0
Ambrogio Mauro	na	60.0	-12.7
Asinelli Flavio	0.8	2.0	0.0
Az. Ag. Monticella di Parodi Matteo 1	1.0	6.0	0.0
Az. Ag. Monticella di Parodi Matteo 2	1.0	18.0	0.0
Az. Ag. Nicola Stefania (Fabrizio Baravalle)	1.0	3.0	-36.7
Az. Ag. Scoiattolo S.S.(Fabrizio Baravalle)	2.0	6.0	-36.7
Balbi Claudio	2.0	9.0	0.0
Basano	0.4	1.6	-24.0
Corino Pierfranco	5.0	12.0	-7.1
Debernardi Venon Luigi	0.7	7.0	-23.0
Dentis Oreste	1.5	4.0	-38.7
Fiore Silvia 1	1.5	1.5	-16.2
Fiore Silvia 2	1.6	2.2	0.0
Fossati Vittorio	2.0	30.0	-17.4
Istituto Podere Pignatelli	na	1.0	0.0
La Nuova Valle S.S. di Borasio	na	6.0	-11.1



La Sorgentina di Firpo Giancarlo	3.0	5.0	-29.1
Marenco Luigi	na	2.6	0.0
Minato Marina	3.0	5.5	A: 0, B: -55 *
Piacentino Francesco	2.0	13.5	0.0
Sacco Alessandro	1.0	7.0	-15.4
Tivano Piercarlo	0.2	0.5	-11.1

**MAIZE**

Farm	UAA (ha)		Difference in total nitrogen supplied (%)
	Control	Urelite	
Agrotecnica e fondi agricoli Piemonte 1	10.0	11.0	-2.5
Agrotecnica e fondi agricoli Piemonte 2	10.0	8.0	0.0
Ambrogio Mauro	na	75.0	-9.4
Asinelli Flavio	0.8	4.0	-7.2
Az. Ag. Scoiattolo S.S.(Baravalle Maria Lucia)	3.0	12.0	-35.0
Balbi Claudio	2.2	15.8	0.0
Basano	4.0	21.7	-17.8
BBC allevamenti Bonetto	na	15.0	-13.3
Bergia Bruno	1.5	6.5	-25.0
Bonetto Giuseppe	na	40.0	-14.6
Botta Marco	na	23.0	-10.1
Cavaglià Bartolo	3.0	3.0	-21.2
Corino Pierfranco	5.0	18.0	A: 45, B: 12 *
Crivello Bruno	na	3.8	-39.0
Debernardi Venon Luigi	1.3	12.0	A: -45, B: -72 *
Ferrero Riccardo	na	18.0	0.0
Fiore Silvia	3.0	12.0	0.0
Gastaldo F.Ili	3.0	2.5	-59.3
Gianoglio Antonio (Podere S. Oddone)	7.0	7.6	-12.4
Gili Roberto	1.5	7.5	-3.8
Imberti	4.7	23.0	0.0
Istituto Podere Pignatelli 1	na	20.0	-11.8
Istituto Podere Pignatelli 2	na	10.0	-22.0
La Sorgentina di Firpo Giancarlo	3.0	6.0	0.0
Mainardi Paolo e Umberto S.S. ECORI'	2.0	20.0	-19.7
Minato Marina	3.0	5.5	-15.7
Monetti Andrea e Massimo	7.0	7.6	-41.9
Piacentino Francesco	na	10.0	0.0
Rubiolo Emanuele	11.5	12.0	-48.3
Sacco Alessandro	1.5	9.0	-22.3
Sanino Massimo	2.0	7.6	-18.6



Scuola Agraria Salesiana (Tivano Piercarlo)	1.3	6.5	-9.8
Società Agricola Montegrappa (Botta Marco)	na	60.0	-10.1
Tivano Piercarlo 1	3.0	4.0	-9.4
Tivano Piercarlo 2	3.0	5.0	80.6

Crop	Farm	UAA (ha)		Difference in total nitrogen supplied (%)
		Control	Urelite	
Kiwi	Migliore Paolo 1	0.2	0.8	0.0
	Migliore Paolo 2	0.2	0.8	0.0
Hazel	Minato Marina	2.0	3.0	-57.5
Barley	Ambrogio Mauro	na	6.0	-17.7
	Basano	1.5	6.7	-20.3
	Corino Pierfranco	1.0	2.0	-25.0
	Scuola Agraria Salesiana (Tivano Piercarlo)	0.4	1.5	-12.9
Peach	Migliore Paolo	1.0	3.0	0.0
Rice	Carpo farm	93.0	80.0	0.0
	Decaroli Celestino ECORI'	10.0	30.0	A: 36, B: 28 *
	Ghittino Carlo	1.5	15.0	-0.9
	Mainardi Paolo e Umberto S.S. ECORI'	A:2, B:22 *	A:20, B:48 *	A: -28, B: -70 *
	Renditore Paolo ECORI'	15.7	27.3	-7.5
	Roncarolo Pier Giuseppe e Claudio S.S. ECORI'	3.0	25.0	31.3
Triticale	Agrotecnica e fondi agricoli Piemonte	10.0	7.0	-12.6
	Dentis Oreste	na	10.0	0.0
	Ferrero Riccardo	na	18.0	-15.9
	Sanino Massimo	1.0	3.8	0.0

\* Data refer to each year separately (A: 2013 and B: 2014)

**Table 3. Utilized Agricultural Area (UAA), nitrogen supply and difference between Urelite and Control in 13 monitoring fields a) in 2013 and b) in 2014.**

Tabella 3. Superficie Agricola Utile, apporti di azoto e differenza tra Urelite e Controllo nei 13 appezzamenti per il monitoraggio di dettaglio a) nel 2013 e b) nel 2014.

a)

Crop	2013 Site	UAA ha		Nitrogen supply (kg N/ha)		
		Control	Urelite	Control	Urelite	Difference Urelite-Control (%)
Wheat	Faule HL*	Plot HL	plot HL	120	120	0
	Faule LL**	Plot LL	Plot LL	80	80	0
	Leini	0.8	2.6	202	164	-19



	Ozzano M.to	3.2	5	130	80	-38
	Piobesi T.se 1	0.8	2	106	106	0
	Piobesi T.se HL	Plot HL	plot HL	120	120	0
	Piobesi T.se LL	Plot LL	Plot LL	80	80	0
	Rivoli	1.5	3.8	149	107	-28
Maize	Bosco Marengo	2	13	303	248	-18
	Leini	0.3	3.2	419	290	-31
	Lombriasco HL	Plot HL	plot HL	200	200	0
	Lombriasco LL	Plot LL	Plot LL	140	140	0
	Piobesi T.se 1	0.7	3.4	246	230	-7
	Villafranca P.te	1.1	9.8	156	157	0
Rice	Granozzo Mont.	1.8	4.1	200	156	-22
	Villarboit	34.9	30.3	129	129	0

\* plot HL: high level of fertilization in the field trials with different fertilization levels

\*\* plot LL: low level of fertilization in the field trials with different fertilization levels

Blu: plots that have been prepared more invasively subdividing each plot in randomized blocks with small parcels of about 30 mq

b)

2014		UAA* ha		Nitrogen supply (kg N/ha)		
Crop	Site	Control	Urelite	Control	Urelite	Difference Urelite-Control (%)
Wheat	Faule HL*	Plot HL	plot HL	120	120	0
	Faule LL**	Plot LL	Plot LL	80	80	0
	Leinì	1.9	1.4	202	164	-19
	Ozzano M.to	3.0	6.2	140	90	-36
	Piobesi T.se 1	0.8	2	106	106	0
	Piobesi T.se HL	Plot HL	plot HL	120	120	0
	Piobesi T.se LL	Plot LL	Plot LL	80	80	0
	Rivoli	1.5	3.8	149	107	-28
Maize	Bosco Marengo	3	5	303	248	-18
	Leinì	0.3	3.2	499	289	-42
	Lombriasco HL	Plot HL	plot HL	200	200	0
	Lombriasco LL	Plot LL	Plot LL	140	140	0
	Piobesi T.se 1	0.7	3.4	246	230	-7
	Villafranca P.te	1.1	9.8	156	156	0
Rice	Granozzo con Monticello	2.9	5.4	200	118	-41
	Villarboit	47	36	129	129	0

\* plot HL: high level of fertilization of the field trials with different fertilization levels

\*\* plot LL: low level of fertilization of the field trials with different fertilization levels



**Table 4. Measured crop productions in 13 monitoring fields a) in 2013 and b) in 2014.**

**Tabella 4. Misura delle produzioni nei 13 appezzamenti per il monitoraggio di dettaglio a) nel 2013 e b) nel 2014.**

**a)**

Crop	2013 Site	Grain production (t/ha DM)			Straw production (t/ha DM)		
		Control	Urelite	Urelite -Control (%)	Control	Urelite	Urelite-Control (%)
Wheat	Faule HL	7.7	8.0	5	7.5	7.3	-3
	Faule LL	6.6	7.1	7	7.0	6.3	-11
	Leini	4.8	4.6	-3	3.2	3.1	-4
	Ozzano M.to	5.8	5.5	-4	4.1	3.5	-14
	Piobesi T.se 1	5.8	6.0	3	4.1	3.9	-5
	Piobesi T.se HL	5.7	5.1	-10	6.5	6.2	-5
	Piobesi T.se LL	5.0	4.8	-3	6.0	5.3	-12
	Rivoli	4.0	4.0	1	4.2	4.9	16
Maize	Bosco Marengo	9.5	10.4	10	na	na	-
	Leini	10.7	11.6	9	na	na	-
	Lombriasco HL	7.7	6.5	-16	6.3	6.1	-3
	Lombriasco LL	8.0	7.9	0	6.8	6.6	-3
	Piobesi T.se 1	7.8	9.1	16	na	na	-
	Villafranca P.te	7.8	9.4	19	na	na	-
Rice	Granozzo Mont.	7.0	7.3	5	na	na	-
	Villarboit	5.9	5.9	0	na	na	-

**b)**

Crop	2014 Site	Grain production (t/ha DM)			Straw production (t/ha DM)		
		Control	Urelite	Urelite-Control (%)	Control	Urelite	Urelite-Control (%)
Wheat	Faule HL	7.5	8.3	11	6.0	6.3	5
	Faule LL	7.2	6.8	-5	7.2	5.7	-20
	Leini	4.8	4.3	-10	3.4	5.1	51
	Ozzano M.to	5.9	5.8	-2	2.2	2.1	-1
	Piobesi T.se 1	5.4	6.5	21	3.8	3.8	-1
	Piobesi T.se HL	6.6	6.3	-5	6.4	5.8	-8
	Piobesi T.se LL	5.5	6.4	15	6.0	6.2	3
	Rivoli	5.8	5.8	-1	na	na	-
Maize	Bosco Marengo	10.6	11.0	4	na	na	-
	Leini	13.0	13.2	2	na	na	-
	Lombriasco HL	13.2	13.0	-2	12.5	11.8	-5
	Lombriasco LL	11.5	11.7	2	10.3	10.8	6
	Piobesi T.se 1	10.1	11.7	16	na	na	-
	Villafranca P.te	13.6	12.7	-7	na	na	-
Rice	Granozzo Mont.	6.6	6.7	3	na	na	-
	Villarboit	6.1	6.0	-2	na	na	-



**Table 5. Measured crop N uptakes in 13 monitoring fields a) in 2013 and b) in 2014.**

**Tabella 5. Misura degli asporti di N nei campi per il monitoraggio di dettaglio a) nel 2013 e b) nel 2014.**

**a)**

2013		Grain N uptake (kgN/ha)			Straw N uptake (kgN/ha)		
Crop	Site	Control	Urelite	Urelite - Control (%)	Control	Urelite	Urelite - Control (%)
Wheat	Faule HL	173	171	-1	46	56	20
	Faule LL	132	135	3	56	37	-33
	Leini	111	111	0	29	26	-9
	Ozzano M.to	130	99	-24	41	24	-42
	Piobesi T.se 1	118	118	0	55	54	-1
	Piobesi T.se HL	132	124	-6	54	48	-12
	Piobesi T.se LL	104	105	1	43	34	-21
	Rivoli	84	77	-8	44	52	17
Maize	Bosco Marengo	141	159	13	Na	Na	-
	Leini	141	169	20	Na	Na	-
	Lombriasco HL	111	91	-18	52	47	-9
	Lombriasco LL	106	107	1	57	51	-10
	Piobesi T.se 1	126	122	-3	na	na	-
	Villafranca P.te	105	124	19	na	na	-
Rice	Granozzo Mont.	75	95	27	na	na	-
	Villarboit	na	na	-	na	na	-

**b)**

2014		Grain N uptake (kgN/ha)			Straw N uptake (kgN/ha)		
Crop	Site	Control	Urelite	Urelite - Control (%)	Control	Urelite	Urelite - Control (%)
Wheat	Faule HL	182	169	-7	29	39	33
	Faule LL	147	127	-13	37	23	-36
	Leini	97	75	-23	24	25	5
	Ozzano M.to	132	130	-1	12	18	54
	Piobesi T.se 1	94	122	31	26	20	-24
	Piobesi T.se HL	96	94	-2	33	32	-5
	Piobesi T.se LL	84	94	12	21	28	33
	Rivoli	96	134	40	Na	Na	-
Maize	Bosco Marengo	187	191	2	Na	Na	-
	Leini	251	173	-31	Na	Na	-
	Lombriasco HL	167	164	-1	72	65	-10
	Lombriasco LL	150	129	-14	46	46	0
	Piobesi T.se 1	130	153	18	na	na	-
	Villafranca P.te	213	222	4	na	na	-
Rice	Granozzo Mont.	89	68	-23	na	na	-
	Villarboit	-	84	-	na	na	-



**Table 6. Measured crop N balances in 13 monitoring fields a) in 2013 and b) in 2014.**

**Tabella 6. Misura del bilancio di N nei 13 appezzamenti per il monitoraggio di dettaglio a) nel 2013 e b) nel 2014.**

<b>a) 2013</b>		<b>Nitrogen supply (kg N/ha)</b>		<b>Total N uptake (kg N/ha)</b>		<b>N balance*</b>	
<b>Crop</b>	<b>Site</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>
Wheat	Faule HL	120	120	219	226	-79	-86
	Faule LL	80	80	188	173	-88	-73
	Leinì	202	164	140	137	81	47
	Ozzano M.to	130	80	171	123	-21	-23
	Piobesi T.se 1	106	106	173	172	-47	-47
	Piobesi T.se HL	120	120	186	172	-46	-32
	Piobesi T.se LL	80	80	147	139	-47	-39
	Rivoli	149	107	128	129	40	-2
Maize	Bosco Marengo	303	248	141	159	182	109
	Leinì	419	289	141	169	297	140
	Lombriasco HL	200	200	162	138	58	82
	Lombriasco LL	140	140	163	159	-3	1
	Piobesi T.se 1	246	230	126	122	141	128
	Villafranca P.te	156	156	104	124	72	53
Rice	Granozzo con Monticello	200	156	75	95	146	81
	Villarboit	129	129	na	na	na	na

<b>b) 2014</b>		<b>Nitrogen supply (kg N/ha)</b>		<b>Total N uptake (kg N/ha)</b>		<b>N balance*</b>	
<b>Crop</b>	<b>Site</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>	<b>Control</b>	<b>Urelite</b>
Wheat	Faule HL	120	120	211	208	-71	-68
	Faule LL	80	80	183	150	-83	-50
	Leinì	202	164	121	100	101	84
	Ozzano M.to	140	90	143	149	17	-39
	Piobesi T.se 1	106	106	120	142	5	-17
	Piobesi T.se HL	120	120	129	126	11	14
	Piobesi T.se LL	80	80	105	122	-5	-22
	Rivoli	149	107	96	134	73	-7
Maize	Bosco Marengo	303	248	187	191	136	77
	Leinì	499	289	251	173	268	136
	Lombriasco HL	200	200	239	230	-19	-10
	Lombriasco LL	140	140	195	174	-35	-14
	Piobesi T.se 1	246	230	130	153	136	97
	Villafranca P.te	156	156	213	221	-36	-45
Rice	Granozzo con Monticello	200	118	89	68	131	70



Villarboit	129	129	na	84	na	65
------------	-----	-----	----	----	----	----

\* N balance = Nitrogen supply + Avg atmospheric deposition (20 kg N/ha) – Total N uptake

**Table 7. Site, sampling date and number of samples a) in 2013 and b) in 2014.**

**Tabella 7. Siti, date di campionamento e numero di campioni prelevati a) nel 2013 e b) nel 2014.**

**a)**

Site	Crop	Soil depth	Soil sampling date	N. of soil samples
Faule	Frumento	0-30, 30-60, 60-90 cm	21/03/2013, 24/07/2013	108
Piobesi Torinese	Frumento		21/03/2013, 23/07/2013	108
Leinì	Frumento		24/07/2013	15
Ozzano Monferrato	Frumento		24/07/2013	18
Piobesi Torinese	Frumento		23/07/2013	18
Rivoli	Frumento		24/07/2013	18
Lombriasco	Mais		26/04/2013, 17/10/2013	108
Piobesi Torinese	Mais		08/11/2103	18
Leinì	Mais		18/10/2013	18
Bosco Marengo	Mais		27/09/2013	18
Villafranca P.te	Mais		22/10/2013	18
Granozzo con Monticello	Riso		na	18
Livorno Ferraris	Riso		na	18
Monperone (Valcurone)	Golf		na	18
Royal Park (la Mandria)	Golf		09/10/2013	18
<b>Totale</b>	<b>15</b>			<b>537</b>

**b)**

Site	Crop	Soil depth	Soil sampling date	N. of soil samples
Faule	frumento	0-30, 30-60, 60-90 cm	2/25/2014, 7/18/2014	108
Piobesi 2	frumento		2/25/2014, 7/25/2014	108
Ozzano Monferrato	frumento		28/02/2014, 28/07/2014	36
Piobesi	frumento		19/03/2014, 25/07/2014	36
Rivoli	frumento		30/07/2014, 10/3/2014	36
Leinì	frumento		30/07/2014, 10/3/2014	29
Lombriasco	mais		3/21/2014, 10/3/2014	108
Piobesi	mais		14/4/2014, 10/10/2014	36
Villafranca P.te	mais		19/03/2014, 9/24/2014	35
Leinì	mais		17/03/14, 10/17/2014	31
Bosco Marengo	mais		17/03/14, 9/19/2014	27
Granozzo con Mont.	Riso		11/4/2014, 11/25/2014	36
Villarboit	Riso		11/4/2014, 11/25/2014	32
Monperone (Valcurone)	Golf		28/02/2014, 11/21/2014	35



Royal Park (la Mandria)	Golf		9/10/2013, 11/18/2014	29
<b>Total</b>	<b>15</b>			<b>722</b>

**Tab. 8. Nitrogen contents in the soil profile (0-90 cm) after crop harvest in 2014.**

*Tabella 8. Contenuto di azoto nel profilo di suolo (0-90 cm) dopo la raccolta delle colture.*

a)

Crop	Site	Nitrogen supply (kg N/ha)		Soil nitrogen content 0-90 cm (kg N/ha)		Soil N-NO3- content 0-90 cm (% of soil total inorganic N)	
		Control	Urelite	Control	Urelite	Control	Urelite
Wheat	Faule LL	80	80	72,7	46,7	86%	68%
	Faule HL	120	120	46,7	54,3	80%	75%
	Leinì	202	164	41,5	39,6	73%	71%
	Ozzano M.to	140	90	38,0	44,9	67%	73%
	Piobesi T.se 1	106	106	36,7	34,4	70%	65%
	Piobesi T.se LL	80	80	51,7	39,7	55%	47%
	Piobesi T.se HL	120	120	64,2	47,9	68%	52%
	Rivoli	149	107	42,0	36,2	77%	71%
Maize	Bosco Marengo	303	248	286,2	120,2	94%	90%
	Leinì	499	289	282,4	137,6	98%	96%
	Lombriasco LL	140	140	48,9	53,7	81%	92%
	Lombriasco HL	200	200	51,9	56,8	91%	90%
	Piobesi T.se	246	230	94,8	95,4	92%	94%
	Villafranca P.te	156	156	103,2	101,3	95%	94%
Rice	Granozzo Mont.	200	118	71,1	93,5	95%	96%
	Villarboit	129	129	61,9	81,8	94%	95%

b)

Crop	Treatment and period	Nitrogen supply (kg N/ha)		Soil nitrogen content 0-90 cm (kg N/ha)		Soil N-NO3- content 0-90 cm (% of soil total inorganic N)	
		Control	Urelite	Control	Urelite	Control	Urelite
Wheat	Average post harvest	124,6	108,4	49,2	42,9	72%	65%
	Control (C30) post harvest	30	30	44,6		57%	
	Average spring			62,9	65,6		



Maize	Average post harvest	257,3	210,5	144,6	94,2	92%	93%
	Control (C60) post harvest	60	60	52,3		93%	
	Average pre-sowing			97,9	111,3		
Rice	Average post harvest	164,5	123,5	66,5	87,6	94%	95%
	Average pre-sowing			74,2	86,3		

**Table 9. Estimated ammonia emissions in the 13 monitoring fields using emission factors derived from literature (Hutchings et al., 2009).**

**Tabella 9. Emissioni di ammoniaca nei 13 appezzamenti monitorati, stimate sulla base di fattori di emissione tratti dalla letteratura scientifica (Hutchings et al., 2009).**

Crop	a) 2014 Site	Nitrogen supply (kg N/ha)		N-NH3 emitted (kg N/ha)		Difference Control - Urelite (%)
		Control	Urelite	Control	Urelite	
Wheat	Faule HL	120	120	17-20	17-20	0%
	Faule LL	80	80	11-14	11-14	0%
	Leinì	202	164	28-34	23-28	-19%
	Ozzano M.to	140	90	20-24	13-15	-36%
	Piobesi T.se 1	106	106	15-18	15-18	0%
	Piobesi T.se HL	120	120	17-20	17-20	0%
	Piobesi T.se LL	80	80	11-14	11-14	0%
	Rivoli	149	107	21-25	15-18	-28%
Maize	Bosco Marengo	303	248	42-52	35-42	-18%
	Leinì	499	289	70-85	40-49	-42%
	Lombriasco HL	200	200	28-34	28-34	0%
	Lombriasco LL	140	140	20-24	20-24	0%
	Piobesi T.se 1	246	230	34-42	32-39	-7%
	Villafranca P.te	156	156	22-27	22-27	0%
Rice	Granozzo Mont.	200	118	28-34	17-20	-41%
	Villarboit	129	129	18-22	18-22	0%

**Table 10. Agronomic evaluation of golf courses included in the experimentation.**

**Tabella 10. Valutazione agronomica dei campi da golf inclusi nella sperimentazione.**

		Color intensity (scala 1-9)		General aspect (scala 1-9)		Fungal pathogens attacks (scala 1-9)		Weed presence (scala 1-9)	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Golf 1	control	6.5	7.0	7.0	7.2		2.9		
	urelite	7.2	7.2	7.1	7.2		2.3		



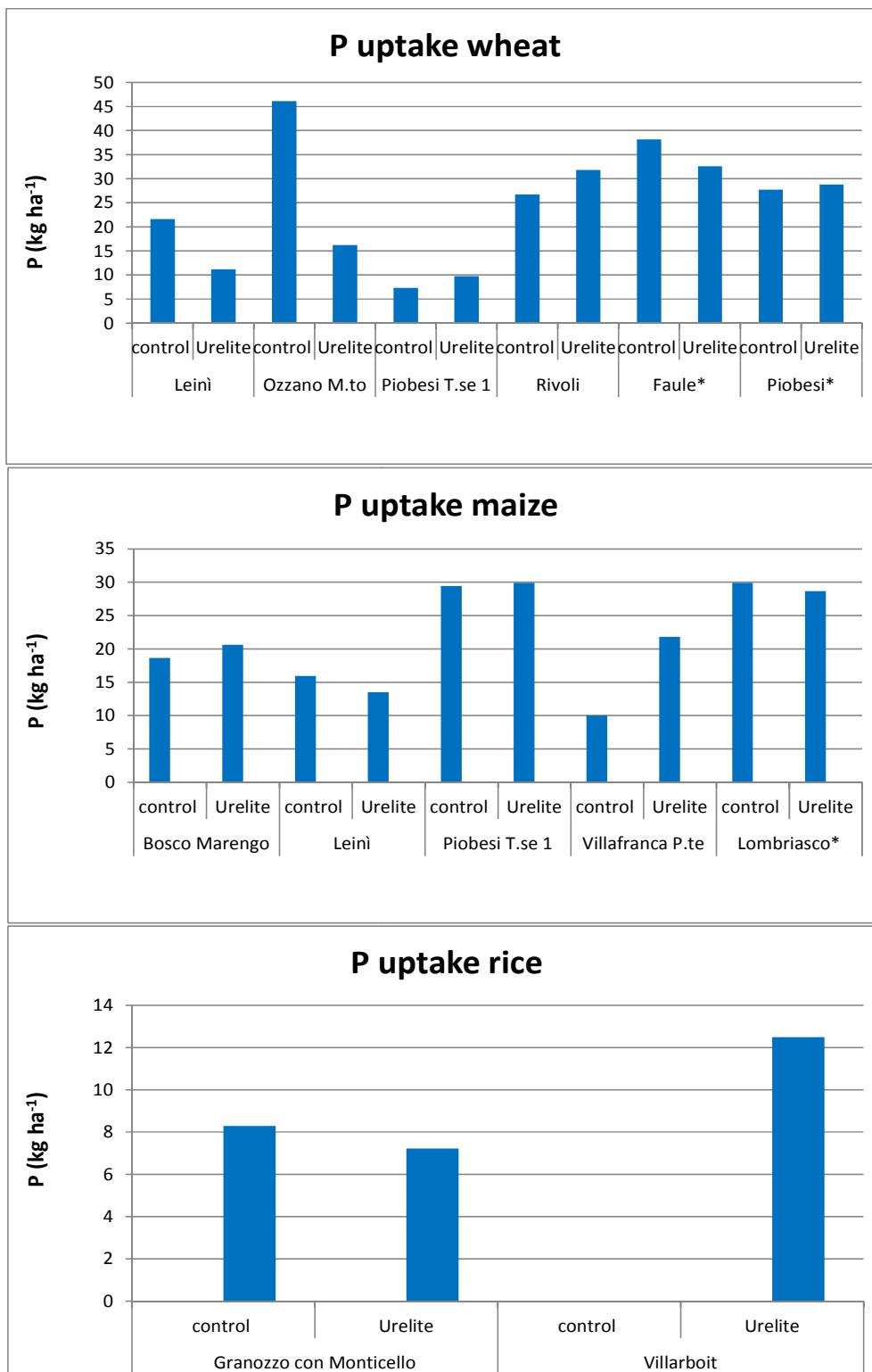
Golf 2	control	6.5	3.3	7.2	3.5	2.2	2.9		
	urelite	6.8	3.4	7.1	3.5	1.8	2.3		
Golf 3	control	7.4	4.9	7.9	5.4	1.1	1.1	1.8	1.8
	urelite	7.8	5.0	8.0	5.5	1.8	1.8	1.2	1.2
Golf 4	control	6.5	7.4	7.1	7.3			2.4	2.4
	urelite	6.8	7.8	6.9	7.2			3.0	3.0
Golf 5	control	7.7	7.5	7.6	7.4		2.2		
	urelite	7.6	7.6	7.6	7.5		2.1		
Golf 6	control	7.4	7.7	7.8	7.1			3.2	
	urelite	7.9	7.7	8.1	7.0			3.1	
AVERAGE	control	7.0	6.3	7.4	6.3	1.6	2.3	2.5	2.1
	urelite	7.3	6.4	7.5	6.3	1.8	2.1	2.4	2.1



Figure 1. Total uptake of (a) phosphorus e (b) potassium in the 13 monitoring fields in 2013 (\*) and 2014.

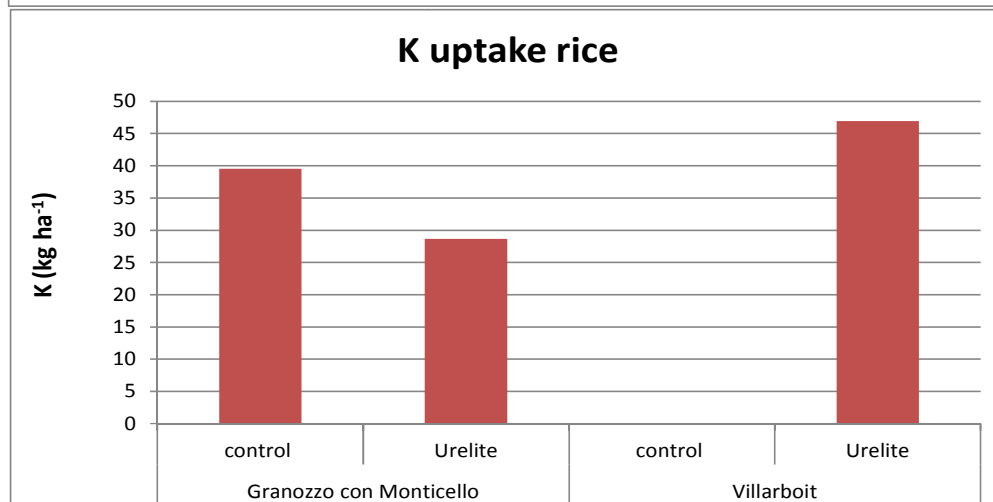
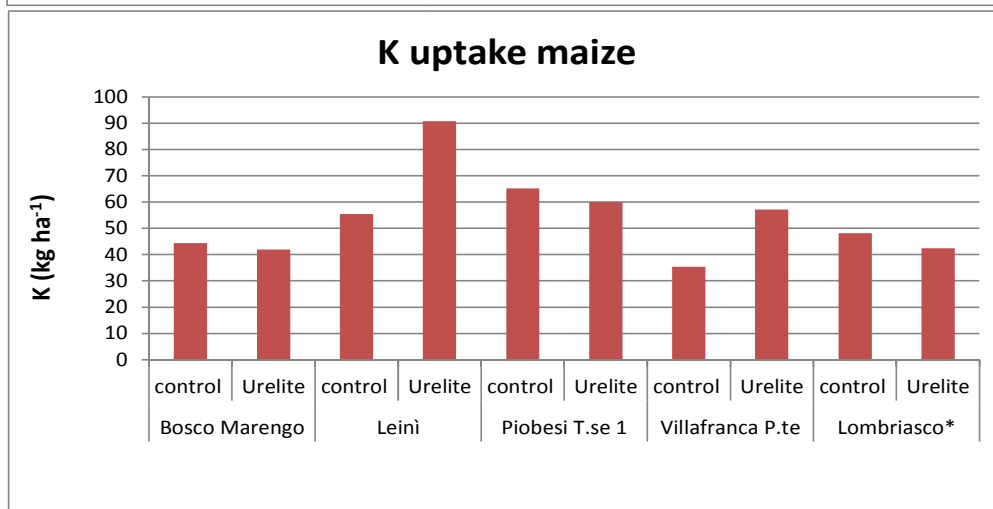
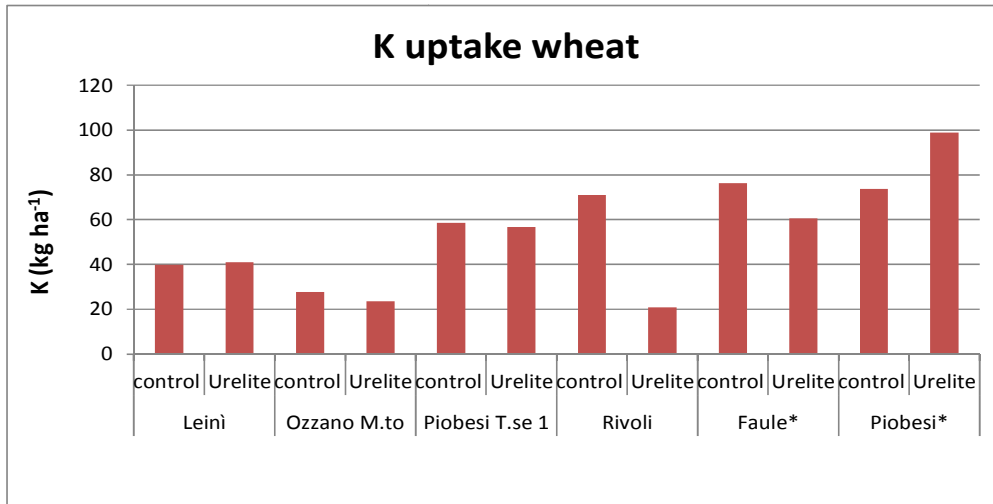
Figura 1. Asporti di (a) fosforo e (b) potassio nei 13 appezzamenti monitorati nel 2013 (\*) e 2014.

a)





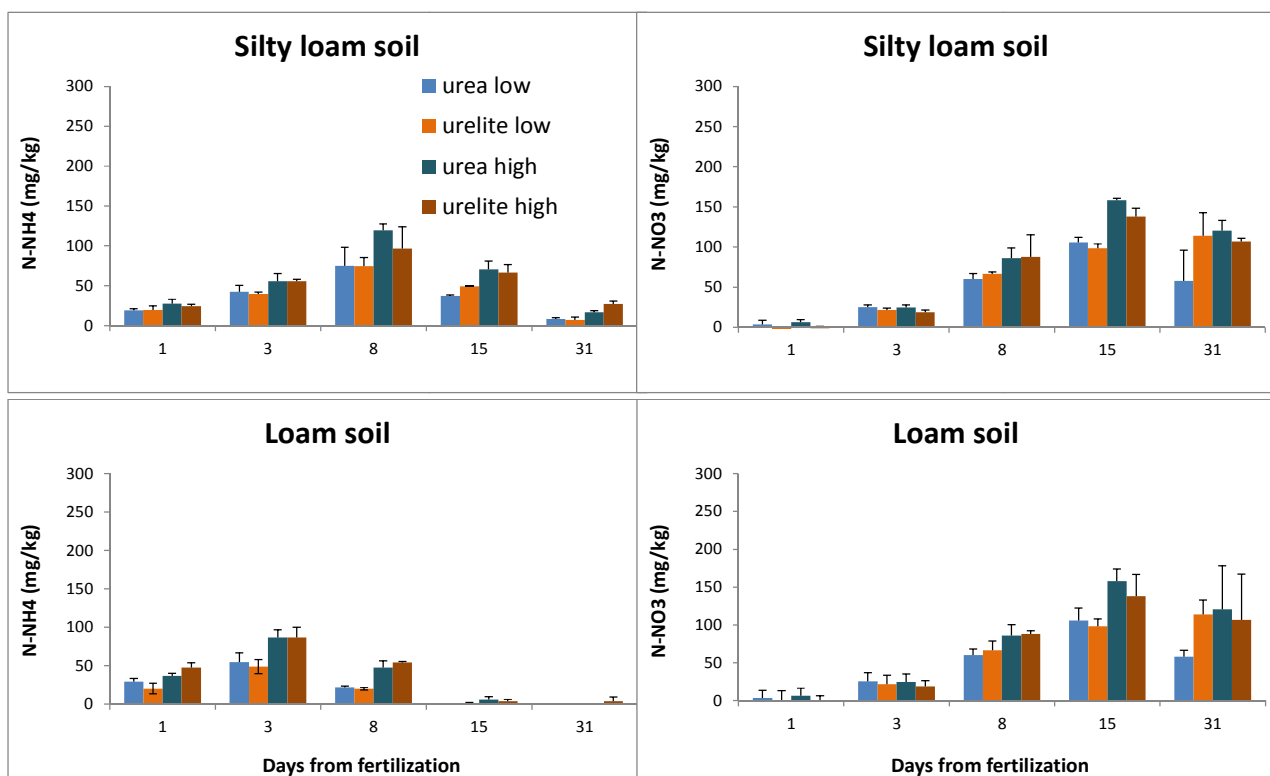
b)





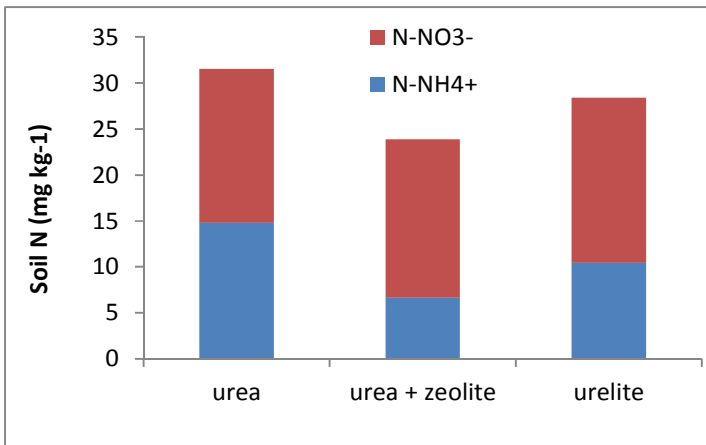
**Figure 2. Soil ammonium and nitric nitrogen content after urea and Urelite fertilization at two different application levels in silty-loam and loam soils. Fertilizers were incorporated in the soil (See text for the experimental protocol).**

*Figura 2. Contenuto di azoto nitrico e ammoniacale nel suolo dopo concimazione con urea e Urelite a due diversi livelli di applicazione su terreno franco-limoso e franco. I fertilizzanti sono stati incorporati nel suolo (Vedi testo per il protocollo sperimentale).*



**Figure 3. Soil ammonium and nitric nitrogen content 5 days after urea and Urelite fertilization in the surface of the loam soil.**

*Figura 3. Contenuto di azoto nitrico e ammoniacale nel suolo dopo 5 giorni dalla distribuzione superficiale di urea e Urelite su terreno franco.*





ANNEX 1.

## **Field trial for Urelite evaluation on wheat**

### **Experimental protocol**

**Sites:** Piobesi (Turin, Italy) – Italy, Faule (Cuneo, Italy) – Italy

**Crop:** Wheat (Aubusson, Hyho, Renk Venturoli)

**Expected yield:** 5.5 - 6 t/ha of dry matter

**Treatments:**

Treatment	Total N applied (kg/ha)
Control_0	0
Control_30	30
Urea_low	80
Urea_high	120
Urelite_low	80
Urelite_high	120

### **Fertilization plan :**

Top dressing (first):

All treatments (only Control\_0 excluded): Ammonium nitrate : 30 kg N/ha

Top dressing (second):

Urea\_low: 50 kg N/ha

Urea\_high: 90 kg N/ha

Urelite\_low: 50 kg N/ha

Urelite\_high: 90 kg N/ha

**Replication:** 3

**Single plot size:** 4 x 6 m

**Total area:** 900 m<sup>2</sup>

### **Assessments:**

Mineral nitrogen content (before fertilization and after harvesting) at 0-25, 25-50, 50-90 cm depth

Crop measurements:

During growing cycle: phenological stage and agronomic monitoring

At harvest: biomass and N, P, K uptake of grain and stower



## Field trial for Urelite evaluation on maize

### Experimental protocol

**Site:** Lombriasco (TO, Italy) – Italy

**Crop:** Maize for grain

**Expected yield:** 12 t/ha of grain

#### **Treatments:**

Treatment	Total N applied (kg/ha)
Control_0	0
Control_60	60
Urea_low	140
Urea_high	200
Urelite_low	140
Urelite_high	200

#### **Fertilization plan :**

Before sowing:

All treatments (only Control\_0 excluded) - Urea: 60 kg N/ha

All treatments - Superphosphate: 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha

All treatments - Potassium chloride: 200 kg K<sub>2</sub>O/ha

Top dressing:

Urea: 80 kg N/ha

Urea: 140 kg N/ha

Urelite: 80 kg N/ha

Urelite: 140 kg N/ha

**Replication:** 3

**Single plot size:** 6 x 6 m

**Total area:** 900 m<sup>2</sup>

#### **Assessments:**

Mineral nitrogen content (before fertilization and after harvesting) at 0-25, 25-50, 50-90 cm depth

#### **Crop measurements:**

During growing cycle: phenological stage and agronomic monitoring

At harvest: biomass and N, P, K uptake of grain and stower



ANNEX 2.

**Golf course monitoring form**  
**Scheda di valutazione campi da golf**

SCHEDA VALUTAZIONE PROGETTO LIFE UNIZEO																		
Golf club																		
	Data rilievo								Rilevatori									
Osservazioni	Buca																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Distribuzione Urelite (si/no)																		
Intensità di colore (scala 1 – 9; 9 = verde scuro)																		
Qualità generale (scala 1 – 9; 9 = qualità ottimale)																		
Presenza d'infestanti (scala 1 – 9; 9 = totalmente infestata)																		
Attacchi patogeni fungini (scala 1 – 9; 9 = tappeto totalmente morto)																		
Resistenza a stress estivi (scala 0 – 3; 3 = tappeto totalmente danneggiato)																		
Data distribuzione Urelite																		

# Technical evaluation report on the activities carried out on the golf courses

Massimo Mocioni / University of Turin - Department of Agricultural, Forest and Food Sciences

## Table of contents

Objectives .....	44
Activities .....	44
Results obtained .....	45
Golf Courses fertilization .....	45
Golf Club Valcurone .....	46
Golf Club Pinetina .....	47
Golf Club Le Fronde .....	48
Royal Park Golf Club .....	49
Golf Club La Serra .....	50
Golf Club Boves .....	51
Golf Club Grugliasco .....	52
Soil Nitrogen contents .....	53
Conclusions .....	53

### Project :

**“UNIZEO - Urea-based Nitrogenous fertilizers coated with ZEOLite: reducing drastically pollution due to nitrogen” - LIFE+2010 ENV/IT/347**

## Objectives

The principal objectives of the trials with application of zeolite-coated urea at golf courses were:

- reducing leaching
- diminishing the number of applications of the fertilizer
- reduction of nitrate supplies
- maintaining quality standards

## Activities

7 golf clubs have adhered to the project:

- Golf Club Valcurone
- Golf Club Pinetina
- Golf Club Le Fronde
- I Roveri S.S.D. A R.L. (Royal Park Golf)
- Golf Club La Serra
- A.S.D. Golf Club Boves
- Circolo Golf Grugliasco A.S.D.

Samples at golf courses were taken at different times through the year, according to the attached protocol. Samples have been prepared and frozen and have been examined in laboratory by Medilabor, under the supervision of the University. The results of the first year analyses were reported in the intermediate technical evaluation report, offering insight in the content of nitrate and ammonium nitrogen in the soil, giving an estimation of the risk of nitrate leaching, crop production, phosphorus and potassium, agronomic assessment on crops. Final results are here reported.

## Results obtained

The following data and tables show the results obtained in the single golf courses subject to the experiments.

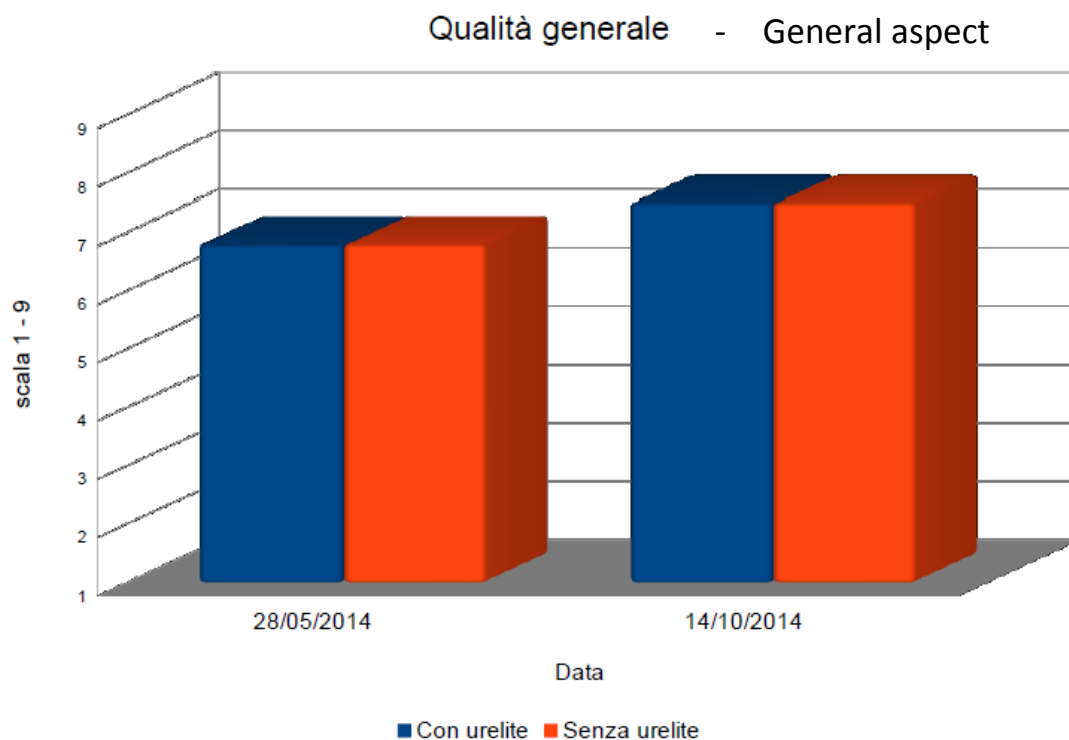
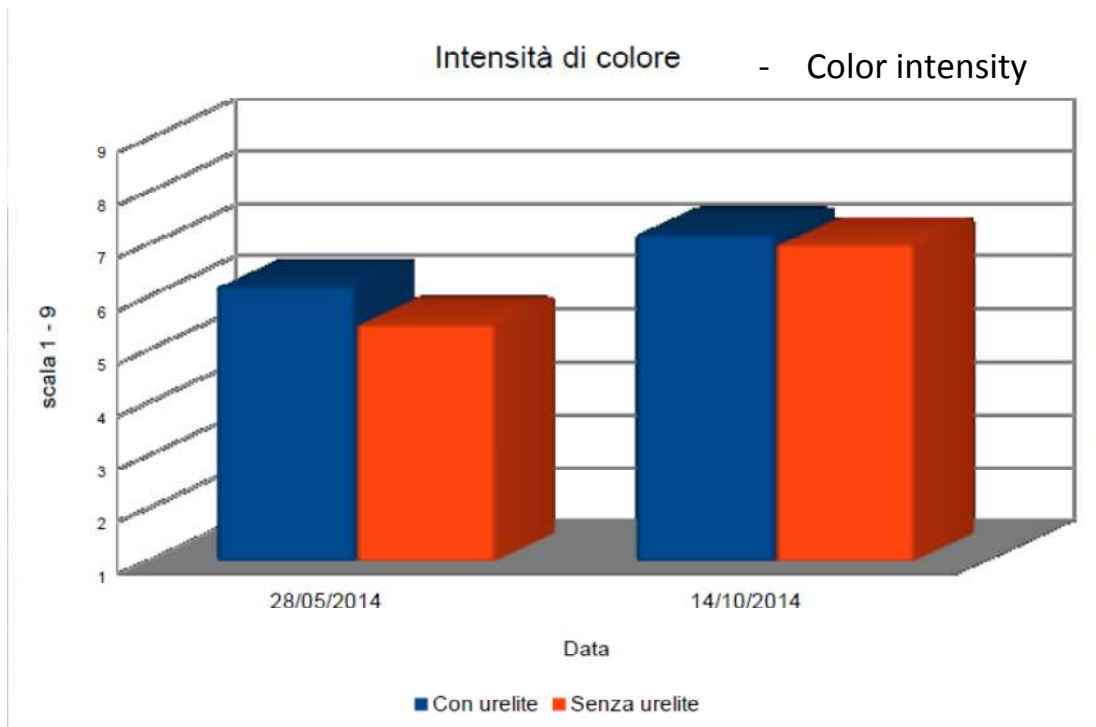
### Golf Courses fertilization

Golf club	Total area (ha)	Nutrient total supply in Control area		Nutrient total supply in Urelite area		
		kgN/ha	kgK <sub>2</sub> O/ha	kgN/ha	kgK <sub>2</sub> O/ha	
Le Fronde	Avigliana (TO)	10	184	241	140	180
Grugliasco A.S.D	Grugliasco (TO)	3	113	105	80	80
La Serra	Valenza	5	120	165	90	140
Valcurone	Momperone (AL)	22	228	164	180	150
Pinetina	Appiano Gentile (CO)	10	143	240	110	180
Royal Park	La Mandria (TO)	14	203	161	165	125
Boves	Boves (CN)	9	252	159	200	120

Fertilization plans of the participating golf clubs were studied and modified in the first year according with the aim of the project. More in detail, the total amounts of N and K were reduced in the area identified for urelite application. The product was distributed in 2 or 3 different applications following with the usual applications in the golf courses. Phosphorous amount was not reduce because usual supply was low or nul.

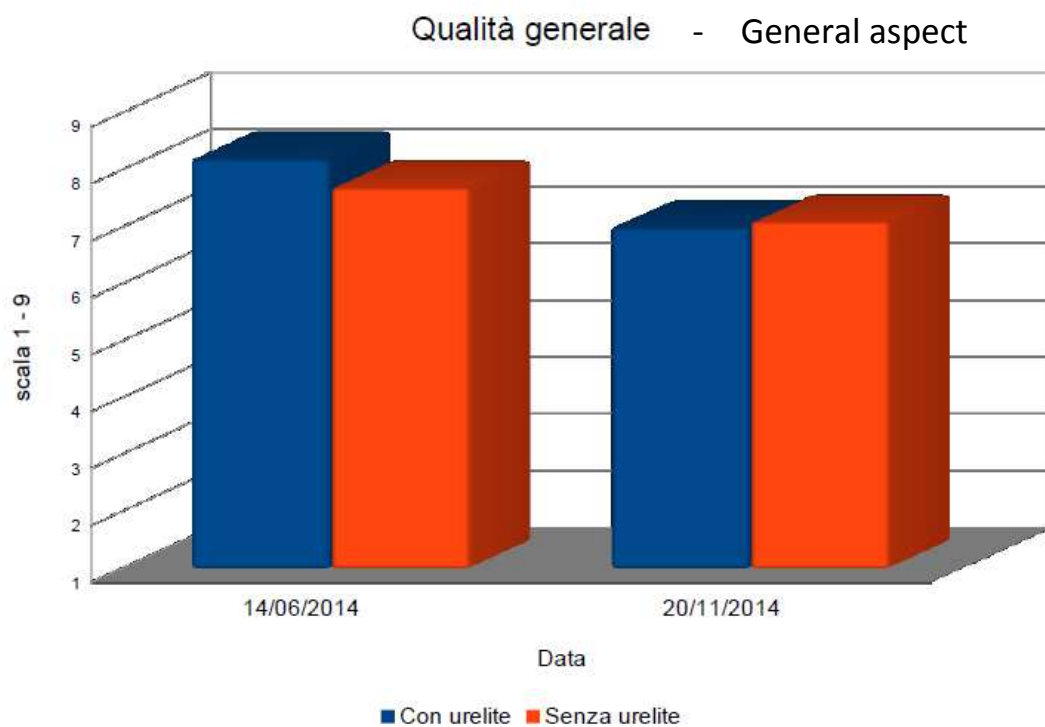
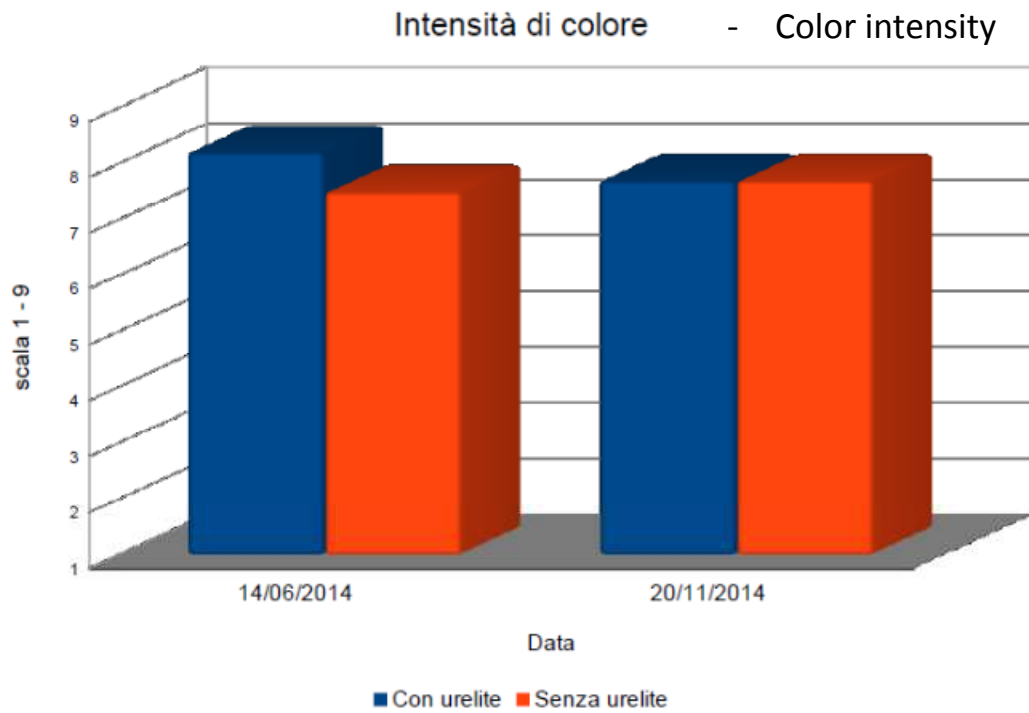
## Golf Club Valcurone

- Treated with urelite: 13 ha (3 applications: may, july, september)
- Not treated: 9 ha (4 applications)



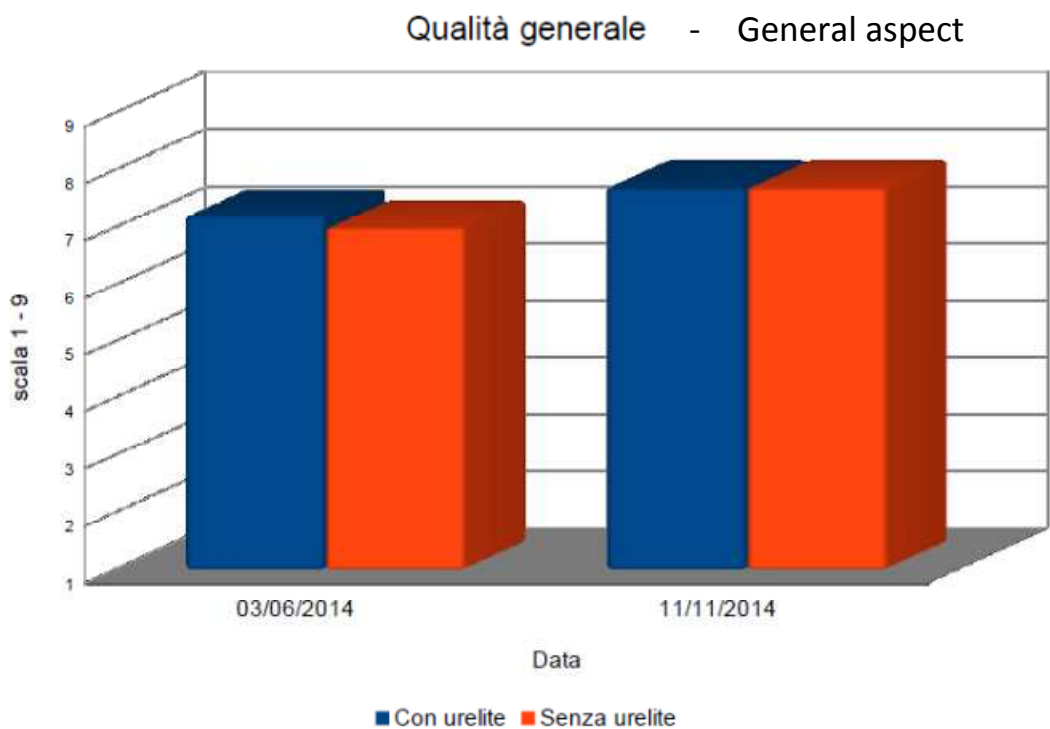
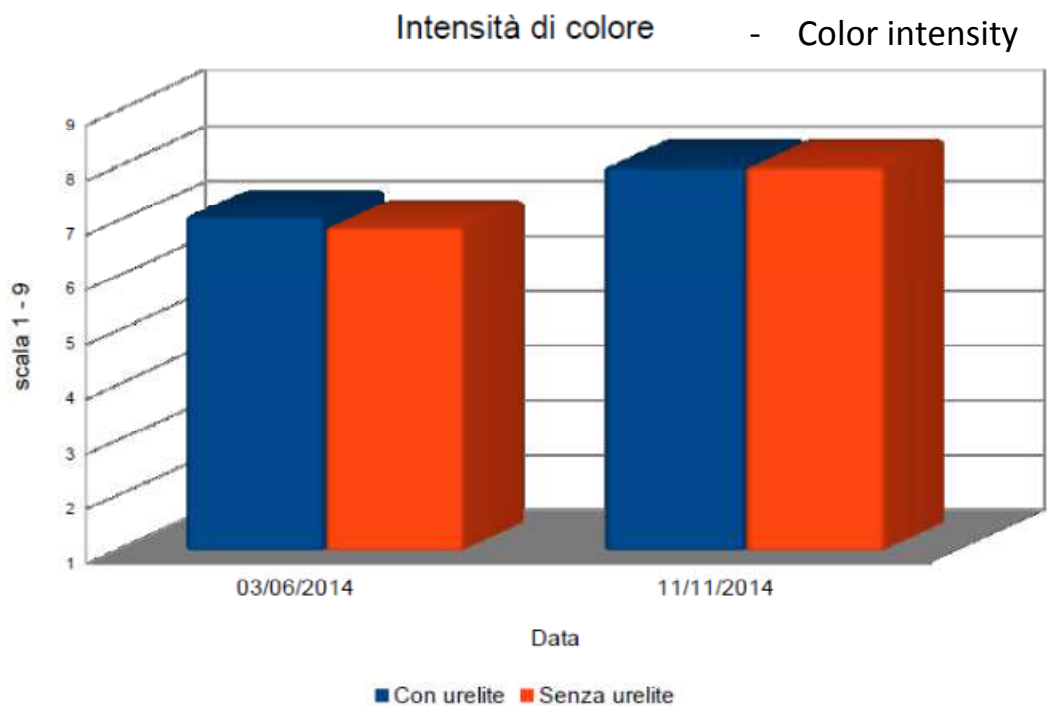
## Golf Club Pinetina

- Treated with urelite: 5 ha (2 applications: may, september)
- Not treated: 5 ha (4 applications)



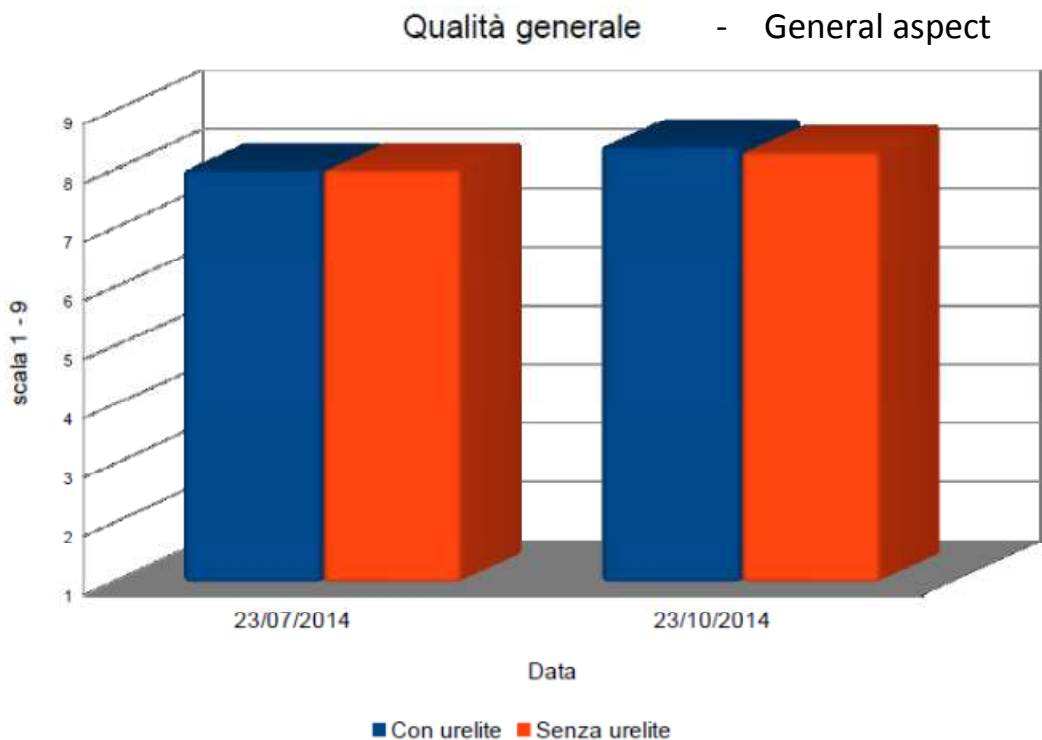
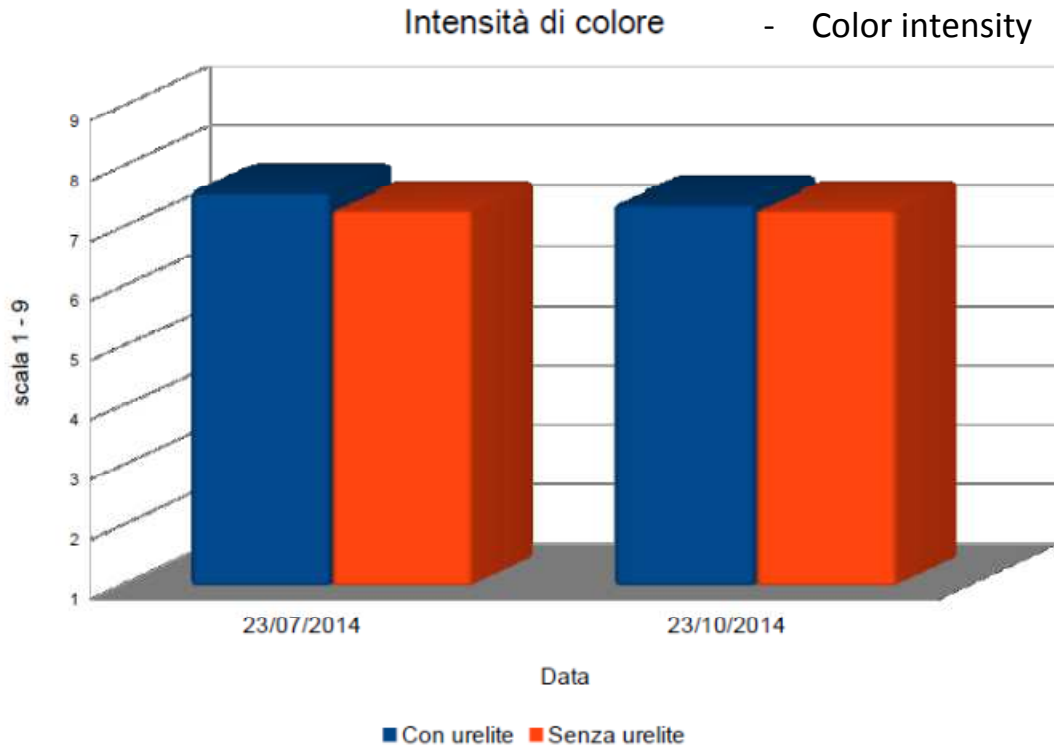
## Golf Club Le Fronde

- Treated with urelite: 5 ha (3 applications: may, august, september)
- Not treated: 5 ha (3 applications)



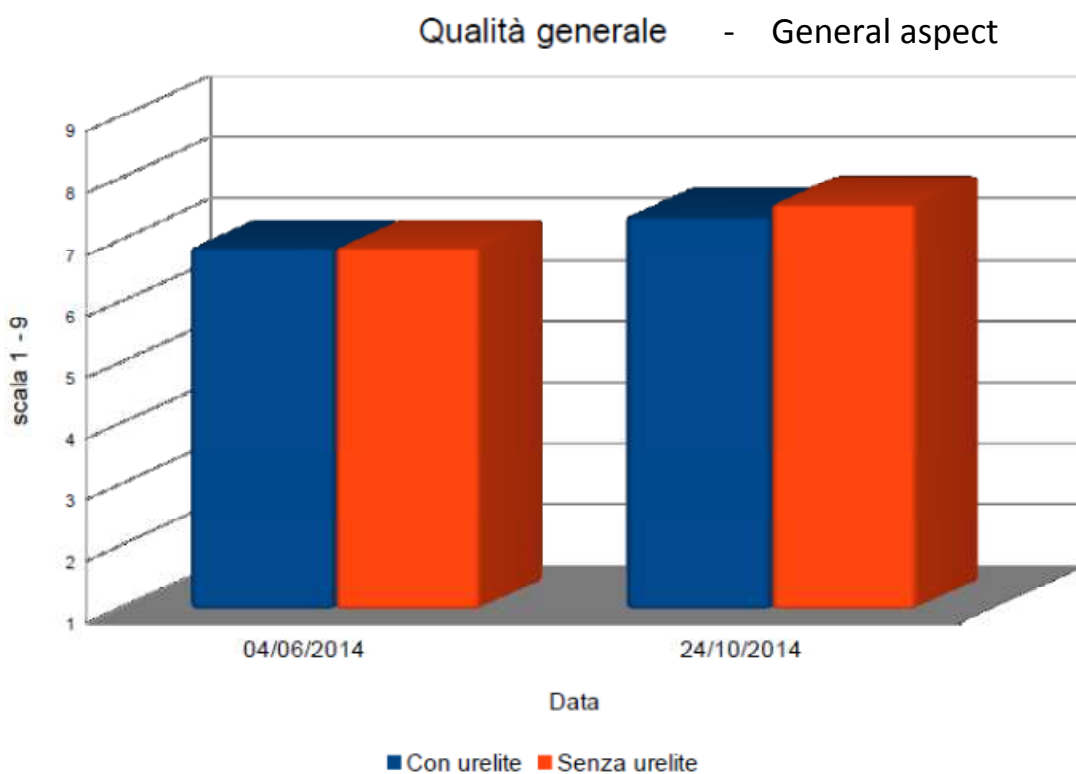
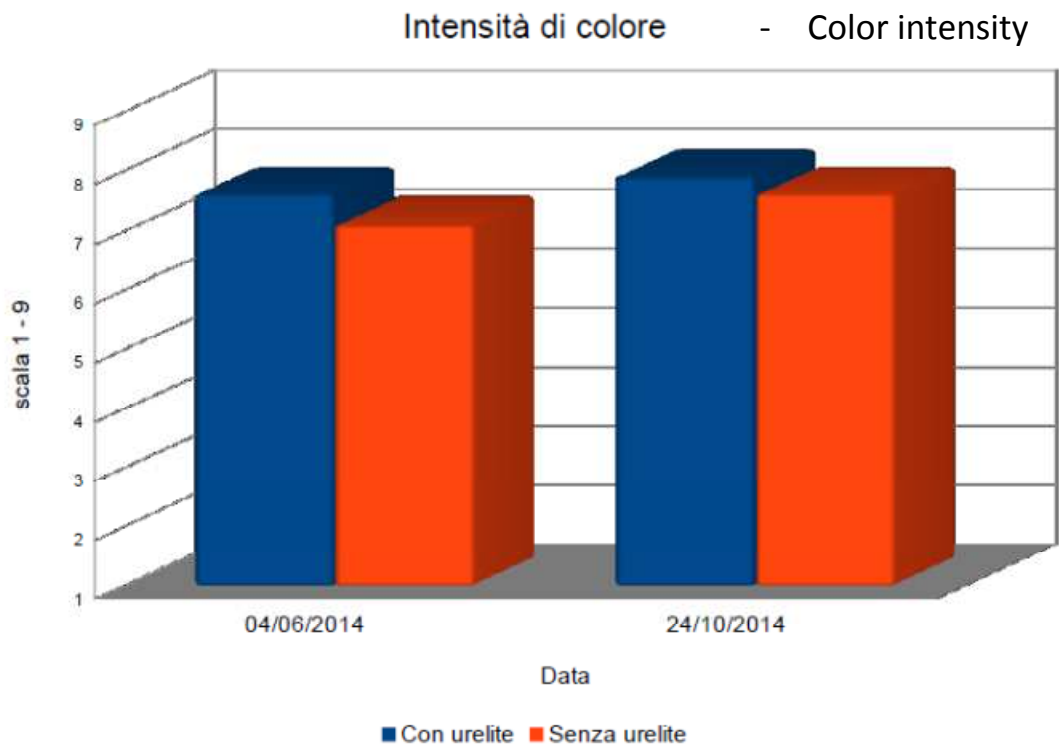
## Royal Park Golf Club

- Treated with urelite: 7 ha (3 applications: june, august, september)
- Not treated: 7 ha (3 applications)



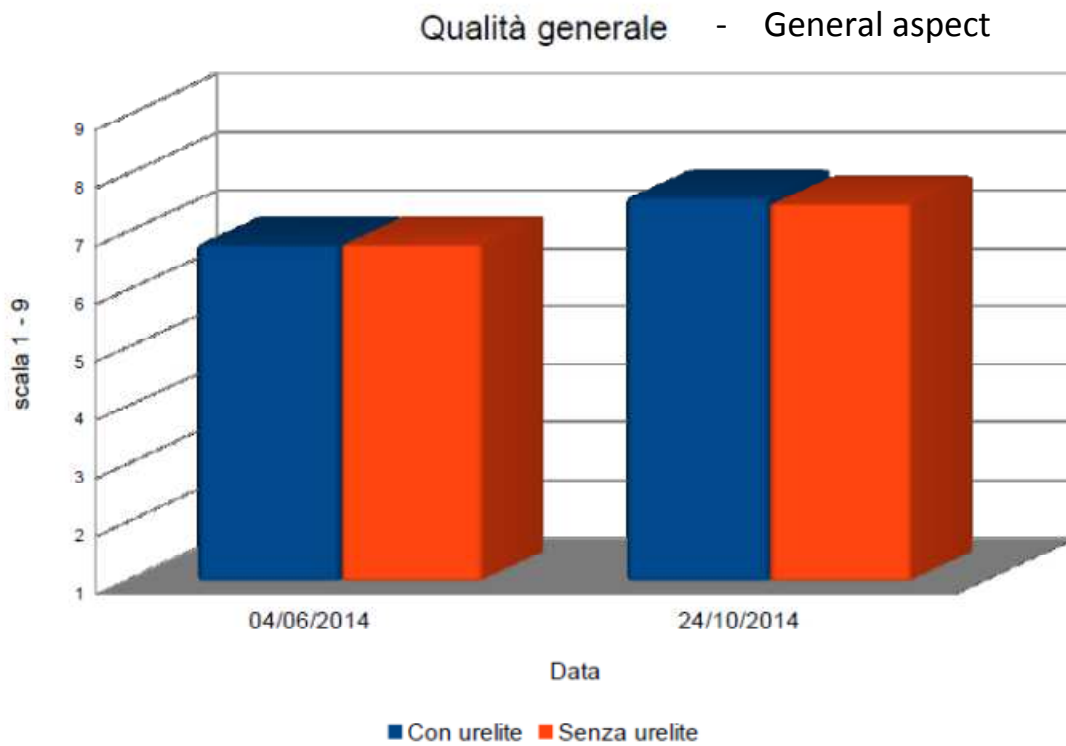
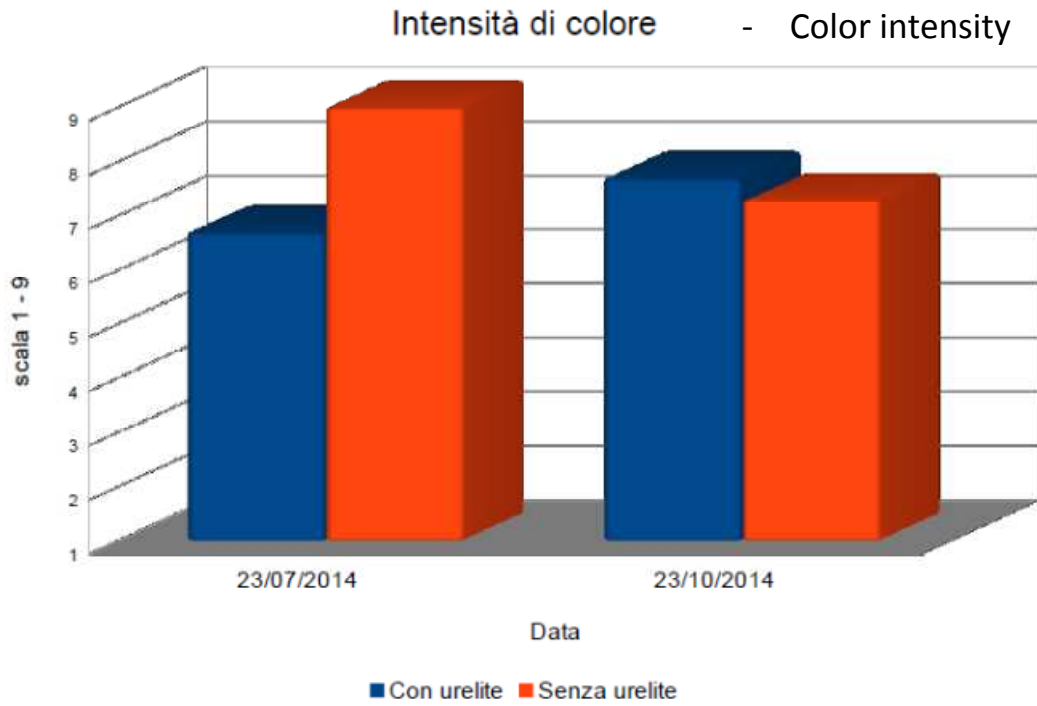
## Golf Club La Serra

- Treated with urelite: 2,5 ha (2 applications: may, september)
- Not treated: 2,5 ha (5 applications)



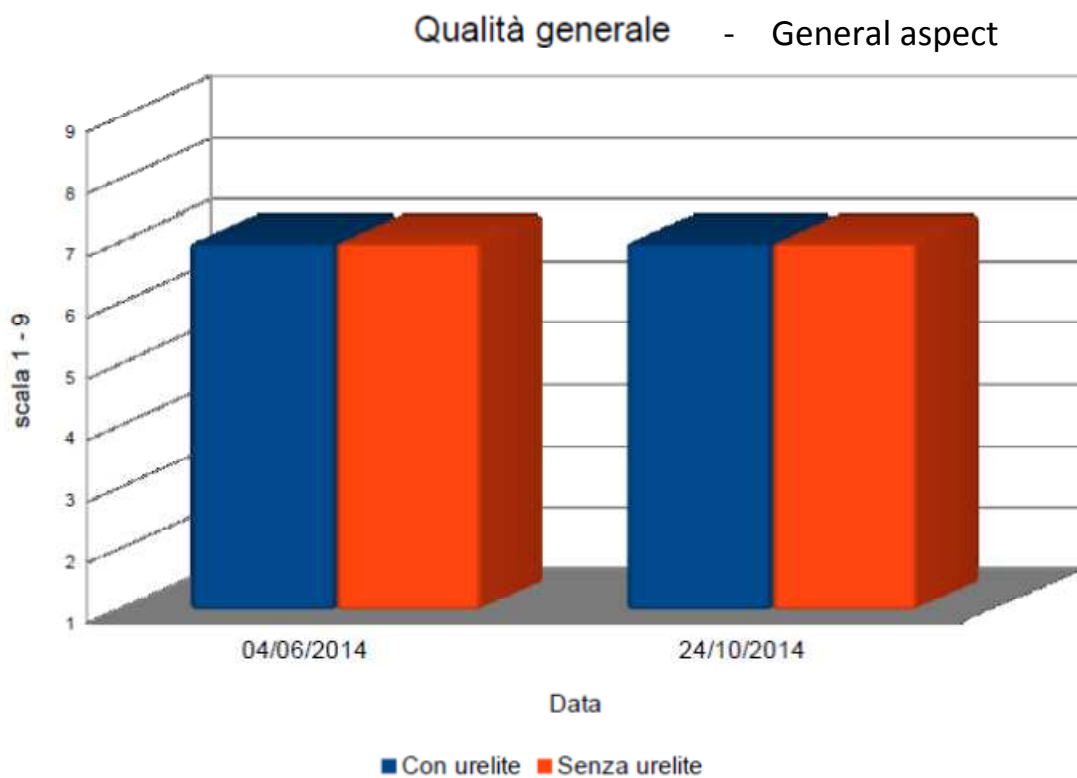
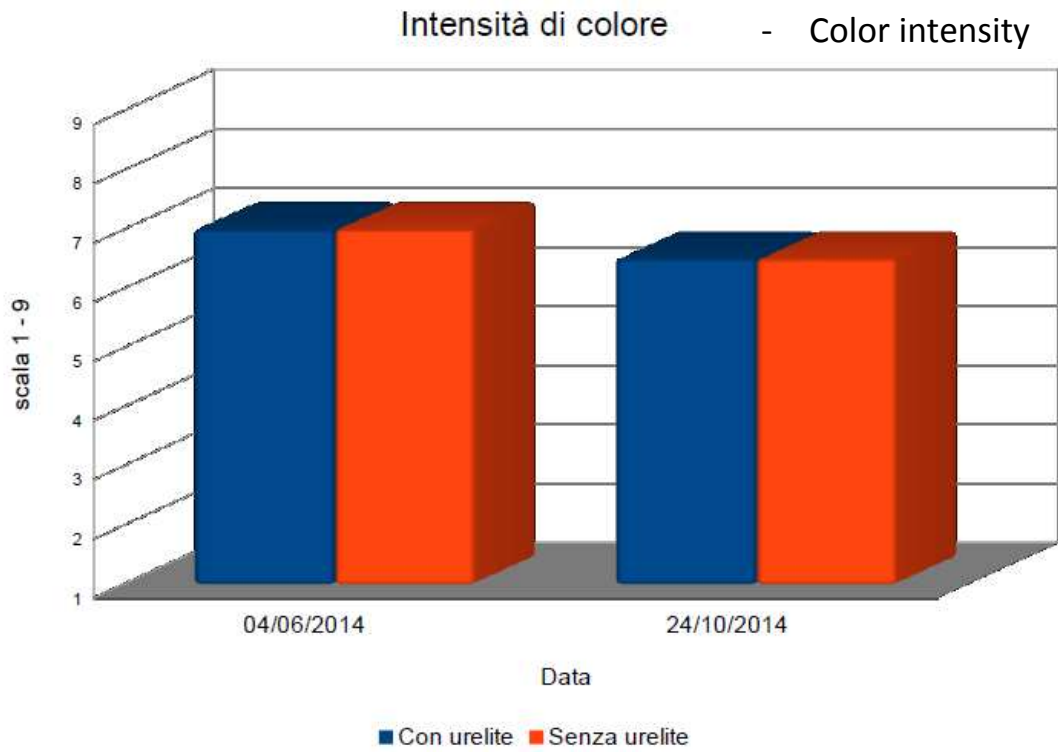
## Golf Club Boves

- Treated with urelite: 9 ha (2 applications: may, september)
- Not treated: 3 ha (2 applications)

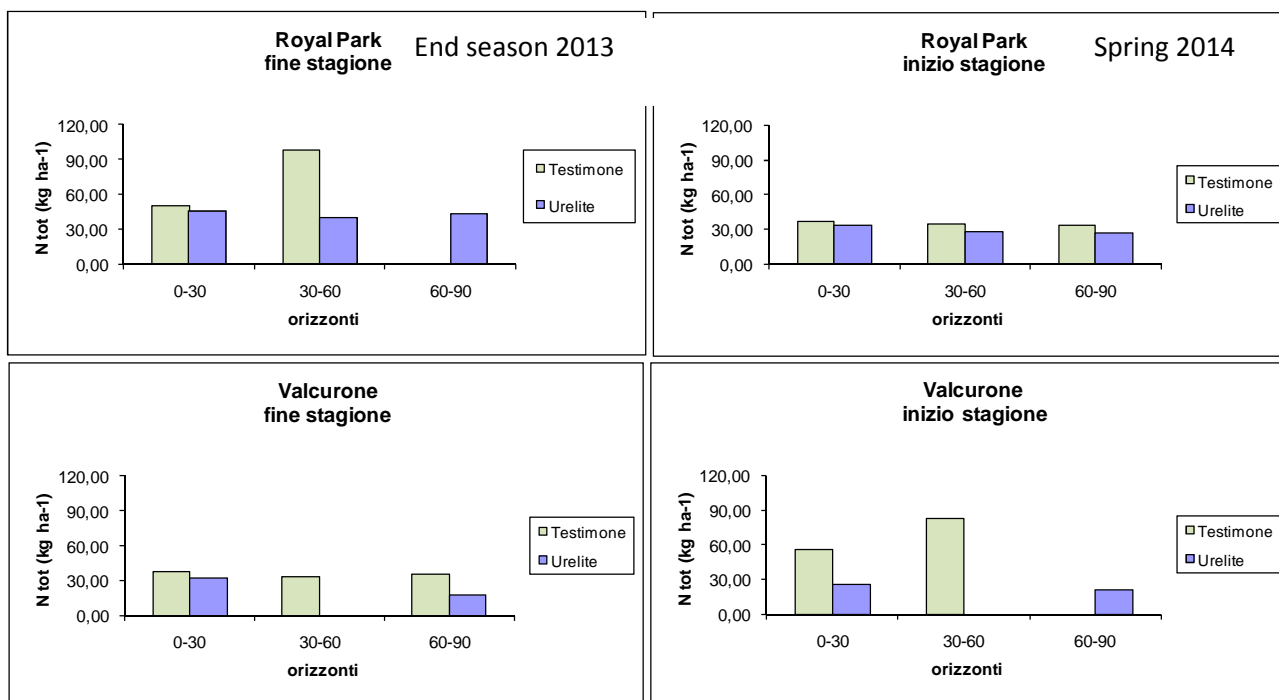


## Golf Club Grugliasco

- Treated with urelite: 2 ha (2 applications: may, september)
- Not treated: 1 ha (2 applications)



## Soil Nitrogen contents



Soil samples in the golf course were collected in autumn 2013 and spring 2014 in 2 sites at different depths. The detailed protocol is presented in the Technical report. Because of soil structure in some area, it was not possible to collect soil sample at specific depth. The results showed that in general lower nitrogen concentrations were detected in the area where fertilization plans reduced the amount of N supply with the use of Urelite.

## Conclusions

From the results obtained it was possible to draw several conclusions. First of all an excellent colour uniformity has been reported, and the undesired “patchwork effect” has not revealed. Secondly the treated areas have proven to give better persistence in comparison with the non treated areas. During the first year, some difficulties emerged during spreading of the product over the lawns due to dust; problem though significantly reduced during second year trials with an improved product.