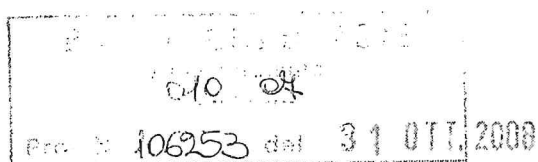




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



**CONVENZIONE ATTUATIVA TRA IL DIPARTIMENTO DI ECONOMIA E
INGEGNERIA AGRARIA, FORESTALE E AMBIENTALE DELLA FACOLTÀ DI
AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO E LA SOCIETÀ
"ANNILUCE S.r.l." PER LO STUDIO DEL FENOMENO DELL'ABBAGLIAMENTO
DA PANNELLI FOTOVOLTAICI**

RELAZIONE SUI LAVORI SVOLTI

Responsabile scientifico: prof. ing. Gabriele Garnero

**Gruppo di lavoro: prof. ing. Gabriele Garnero
arch. Enrico Fabrizio**

Grugliasco, 2 ottobre 2008

DEIAFA – Sez. Topografia e Costruzioni rurali
Via Leonardo da Vinci, 44 – 10095 Grugliasco (To), Tel. +39 011.670.55.18 Fax +39 011.670.55.16
E-mail: gabriele.garnero@unito.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Indice

1	Introduzione	3
2	Inquadramento del problema	3
3	La valutazione dell'abbagliamento da fotovoltaico	4
4	La metodologia adottata	5
5	Risultati	10
6	Conclusioni	13
	ALLEGATO A	14
	ALLEGATO B	42
	ALLEGATO C	74



1 Introduzione

Nel corso dell'iter autorizzativo relativo all'impianto fotovoltaico da realizzarsi ad opera della società "Anniluce s.r.l." nel territorio del comune di Revigliasco d'Asti, sono emerse, in sede di Conferenza dei Servizi, alcune perplessità riguardanti la possibilità di abbagliamento da parte dell'impianto in progetto nei confronti delle costruzioni presenti sul versante nord del declivio in fronte a quello dell'impianto.

Viene in questa sede inquadrato il problema e viene svolto uno studio volto ad accertare l'entità del fenomeno in oggetto.

Nel seguito verranno indicati come riflettori le superfici esterne dei pannelli fotovoltaici e come ricettori i punti o le superfici sensibili al fenomeno dell'abbagliamento.

2 Inquadramento del problema

Per abbagliamento si intende il fenomeno di disturbo o perdita temporanea della visione dell'occhio umano per effetto di un corpo (reale o apparente) la cui luminanza¹ nella direzione di osservazione supera quella percepibile dall'occhio umano.

Il fenomeno di abbagliamento dipende non tanto dal valore assoluto della luminanza (che per valori superiori a quelli percepibili dall'occhio umano – come ad esempio il Sole a mezzogiorno – dà comunque luogo ad abbagliamento), quanto dal rapporto tra la luminanza della sorgente disturbante e la luminanza dello sfondo, perciò può avvenire per luminanze diverse a seconda della luminanza media di adattamento (è questo il caso dei fari di un automobile, la cui visione può dar luogo ad abbagliamento o meno a seconda delle condizioni del campo visivo).

È plausibile ipotizzare che si possa incorrere, in alcune condizioni di tempo e in determinate posizioni nello spazio, in un fenomeno di abbagliamento per riflessione della luce solare diretta ad opera della superficie del modulo fotovoltaico.

La superficie del modulo fotovoltaico non è, ovviamente, uno specchio, anzi si vuole fare in modo che la maggior parte della radiazione attraversi la copertura del modulo e sia interessata dalla conversione fotovoltaica. A tal fine si usa di solito un vetro chiaro il quale, pur se altamente trasparente, ha comunque un coefficiente di

¹ Si definisce luminanza, misurata in cd/m^2 , la grandezza fotometrica – ovvero pesata sulla curva di visibilità spettrale dell'occhio umano – che rappresenta l'intensità luminosa di una sorgente in una data direzione per unità di area apparente (area proiettata sul piano normale alla direzione di osservazione). L'intervallo di luminanze visibili dall'occhio umano varia da 10^{-6} a 10^6 cd/m^2 .

riflessione luminosa dell'ordine del 10% per incidenza diretta della radiazione, valore che cresce al crescere dell'angolo di incidenza fino a che, per incidenza radente, il raggio viene completamente riflesso.

Dal momento che la riflessione della superficie è speculare (e non diffusa), la luce del Sole viene riflessa in maniera direzionale, ed è possibile che il raggio riflesso vada a cadere su un ricettore sensibile, con ciò causando un disturbo visivo o una vera e propria perdita temporanea della visione per alcune direzioni di osservazione.

3 La valutazione dell'abbagliamento da fotovoltaico

In carenza di riferimenti normativi specifici, così come di pubblicazioni scientifiche in argomento², il problema della valutazione del fenomeno dell'abbagliamento da fotovoltaico può essere affrontato sulla base di quanto riportato nelle *"Linee guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio"* della Regione Autonoma della Sardegna.

In esse viene riportato l'abbagliamento come uno degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici (art. 6) e viene affermato che il fenomeno si è registrato quasi esclusivamente per superfici fotovoltaiche montate su pareti verticali di edifici, mentre nel caso di pannelli con inclinazione contenuta montate su suolo nudo il fenomeno è poco probabile. Nel caso di particolari contesti di installazione, tra i quali le Linee guida riportano la vicinanza a strade di tipo provinciale e statale (che non è il caso dell'impianto in esame), il proponente dovrebbe comunque stimare la possibilità del fenomeno di abbagliamento.

Non vi sono indicazioni in merito agli strumenti metodologici da adottare per questo tipo di valutazione.

La valutazione della possibilità del fenomeno di abbagliamento comporta primariamente l'impostazione e soluzione di un problema di tipo essenzialmente geometrico, per cui non può essere data una risposta generale, in quanto dipendente strettamente dalla geometria del problema ovvero dalla posizione dei pannelli e dalla morfologia del territorio.

Una volta verificata, in termini geometrici, la possibilità di abbagliamento, può essere analizzato il fenomeno in termini quantitativi e qualitativi. Possono infine essere prese le migliori misure di mitigazione.

Passando dalla valutazione di tipo geometrico a quella di tipo quantitativo deve essere ricordato che, anche se l'abbagliamento è stato verificato da un punto di vista geometrico in alcune condizioni temporali, è necessario parlare di probabilità di

² Si è consultato, tra gli altri, il database Sciencedirect (www.sciencedirect.com) che riunisce le pubblicazioni delle riviste tecnico-scientifiche internazionali degli editori Elsevier e Pergamon.

abbagliamento in quanto l'eventuale presenza di copertura nuvolosa nel cielo, del tutto aleatoria, potrebbe impedire la penetrazione della radiazione diretta al suolo e con ciò la sua riflessione ad opera dei pannelli PV. Tale aspetto tuttavia non può essere preso in considerazione nello studio in oggetto.

Qualora venga verificata una consistente probabilità di abbagliamento, il fenomeno può essere valutato andando a determinare la luminanza dei riflettori visti dai ricettori sensibili (la luminanza è infatti una grandezza dipendente dalla direzione di osservazione, e lo stesso oggetto può assumere luminanze differenti in funzione della direzione di osservazione e dell'area apparente in quella direzione).

Dai valori di luminanza dei riflettori e dello sfondo e dalle caratteristiche geometriche è possibile calcolare un indice di abbagliamento (tra cui ad esempio l'UGR³), anche se non risultano riferimenti normativi tecnici per valutare, noto il valore dell'indice di abbagliamento, il grado di disturbo del fenomeno.

I principali indici di abbagliamento vengono infatti utilizzati negli ambienti interni illuminati artificialmente o naturalmente; non risultano viceversa applicazioni degli indici di abbagliamento negli ambienti esterni in visione diurna (al contrario di quanto accade per la visione notturna, per cui è normato l'abbagliamento da sorgenti luminose in strade di viabilità).

4 La metodologia adottata

Per la verifica della condizione di abbagliamento è stato costruito un modello altimetrico della morfologia del territorio a partire dal modello digitale del terreno (DTM) della Regione Piemonte e su di esso sono stati collocati le superfici dell'impianto fotovoltaico e i ricettori sensibili sulla base delle informazioni cartografiche della CTR del Piemonte (Aggiornamento 2005).

L'impianto fotovoltaico è stato schematizzato in 16 superfici, ciascuna comprendente circa 192 moduli e le relative distanze tra le stringhe. La disposizione dei pannelli è stata desunta dagli elaborati progettuali forniti dal Committente. L'inclinazione del pannello è pari a 34° e l'azimut del pannello è pari a 28° verso ovest.

Sono stati considerati ricettori sensibili le facciate nord delle costruzioni edilizie residenziali collocate sul versante in fronte all'impianto in progetto e la strada di viabilità comunale collocata in sommità alla collina di fronte all'impianto.

Gli edifici sono stati modellati come dei volumi. Oltre alle costruzioni presenti sul versante in fronte all'impianto (tra cui, indicate nella figura 1, le cascine Castelletto, Teodoro, Novara, Bianca e tutti gli edifici accessori) sono state modellate anche le

³ L'UGR (Unified Glare Rating), sviluppato dalla CIE (Commission International de l'Eclairage), è il più diffuso indice di abbagliamento adottato in campo internazionale ed è utilizzato per valutare l'abbagliamento diretto in un ambiente e dipende dalla posizione delle sorgenti illuminanti, dalle caratteristiche degli ambienti e dal punto di osservazione. È compreso tra 10 (nessun abbagliamento) e 30 (abbagliamento molesto).

costruzioni poste ad ovest dell'impianto (cascine S.Agnese e Castellero) in quanto possibili ricettori dei raggi riflessi per basse altezze solari ed azimut positivi (Sole ad Est basso).

I ricettori della strada sono considerati per mezzo di una superficie perpendicolare al piano stradale e passante per la mezzzeria della carreggiata di altezza pari a 2 m dal suolo, al fine di rappresentare le possibilità di abbagliamento verso un osservatore alla guida di un veicolo.

L'insieme della morfologia del terreno e dei ricettori sensibili è riportato nella figura 2.

Nella figura 3 sono indicati sulla proiezione orizzontale del modello del terreno i pannelli fotovoltaici, i ricettori posti a sud dell'impianto (ricettori A) e i ricettori posti ad ovest dell'impianto (ricettori B).

Il modello vettoriale del terreno, dei riflettori e dei ricettori è stato poi importato all'interno del software di simulazione energetica ed illuminotecnica *Ecotect* (vers. 5.50) della SquareOne (www.squ1.com), dove è possibile visualizzare il percorso solare e determinare le ombre degli oggetti del modello per tutte le ore dell'anno. È anche possibile rappresentare i raggi diretti del Sole e, avendo inserito particolari superfici come riflettenti, le riflessioni multiple, nel numero voluto, cui sono soggetti i raggi del Sole. Questa funzionalità può anche essere sfruttata per andare ad analizzare la penetrazione della radiazione solare negli ambienti interni.

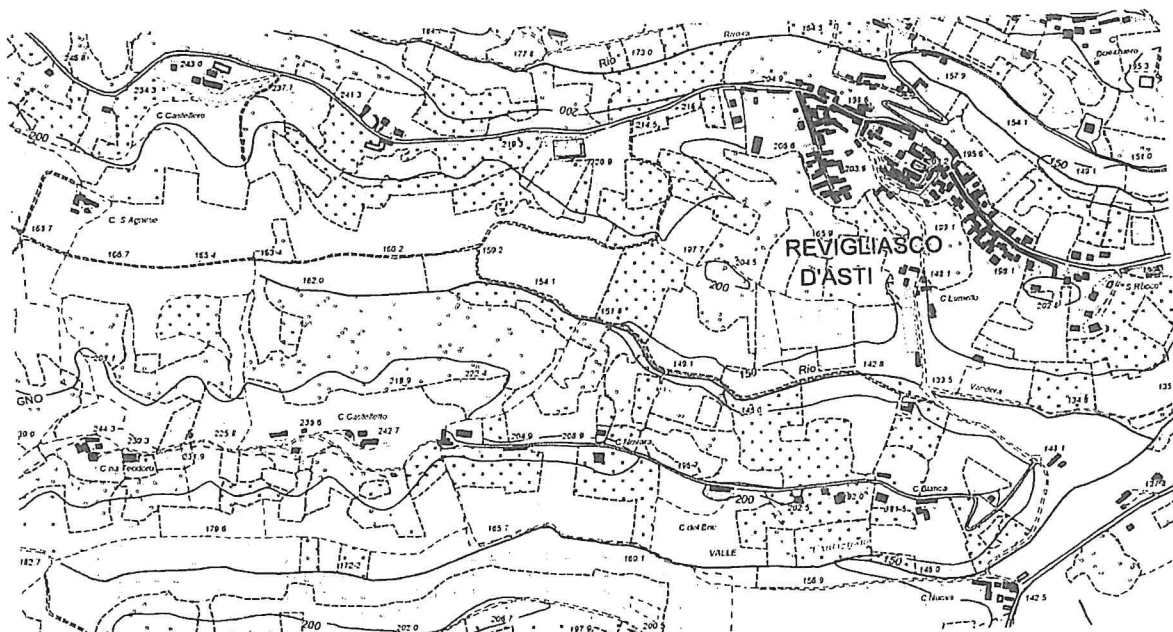


Figura 1 – Stralcio della CTR del territorio di Revigliasco

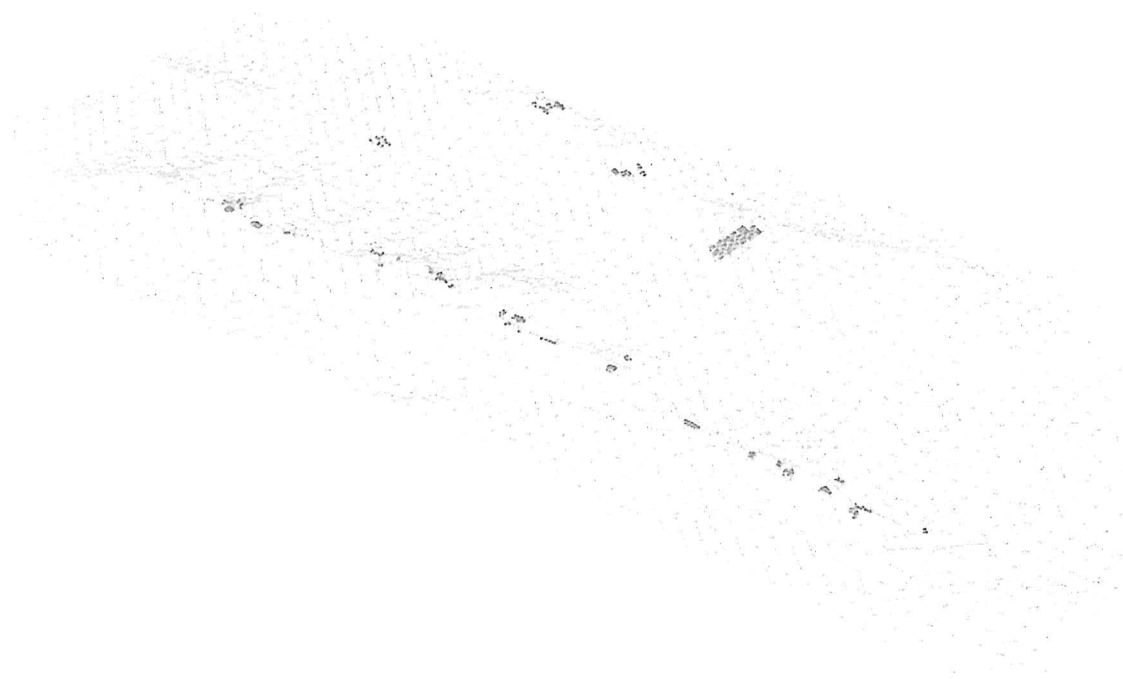


Figura 2 – Vista prospettica del modello del terreno, dei ricettori (in rosso) e dell'impianto fotovoltaico (in viola)

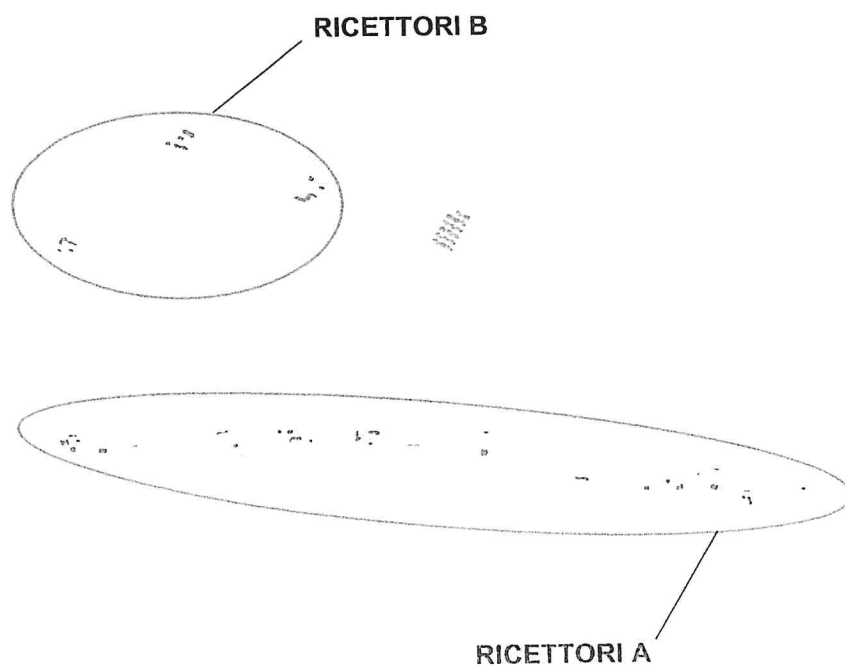


Figura 3 – Indicazione dei ricettori A e dei ricettori B sulla proiezione orizzontale del modello.

Per la determinazione della posizione del Sole sono state imputate le coordinate geografiche WGS84 del sito (latitudine $44^{\circ} 52'$; longitudine $8^{\circ} 9'$). Poiché il software consente di visualizzare la posizione del Sole, nonché la direzione dei raggi diretti e dei raggi riflessi dai pannelli per ogni giorno dell'anno con un intervallo di $15'$, e poiché la verifica dell'abbagliamento non può che esser fatta attraverso una visualizzazione del modello, è stato necessario individuare un numero di giorni dell'anno sufficiente a rappresentare tutte le posizioni caratteristiche assunte dal Sole in quel luogo.

Per restringere il campo di analisi, una prima valutazione può essere fatta con l'ausilio di una carta solare del luogo, che è stata determinata attraverso il software *Sunchart* dell'ENEA.

Come si può osservare nella figura 4, che rappresenta la sezione di un generico pannello fotovoltaico con inclinazione Σ rispetto all'orizzontale, l'angolo formato tra la normale n al pannello e l'orizzontale è pari a $90^{\circ} - \Sigma$. Se l'altezza solare (angolo β_s) è inferiore all'angolo tra la normale e l'orizzontale, ovvero se $\beta_s < 90^{\circ} - \Sigma$, per le leggi della riflessione il raggio solare riflesso giacerà sul quadrante opposto a quello di incidenza e perciò superiore, viceversa se $\beta_s > 90^{\circ} - \Sigma$ il raggio solare riflesso giacerà nel quadrante inferiore e il raggio incidente potrebbe raggiungere un ricevitore A.

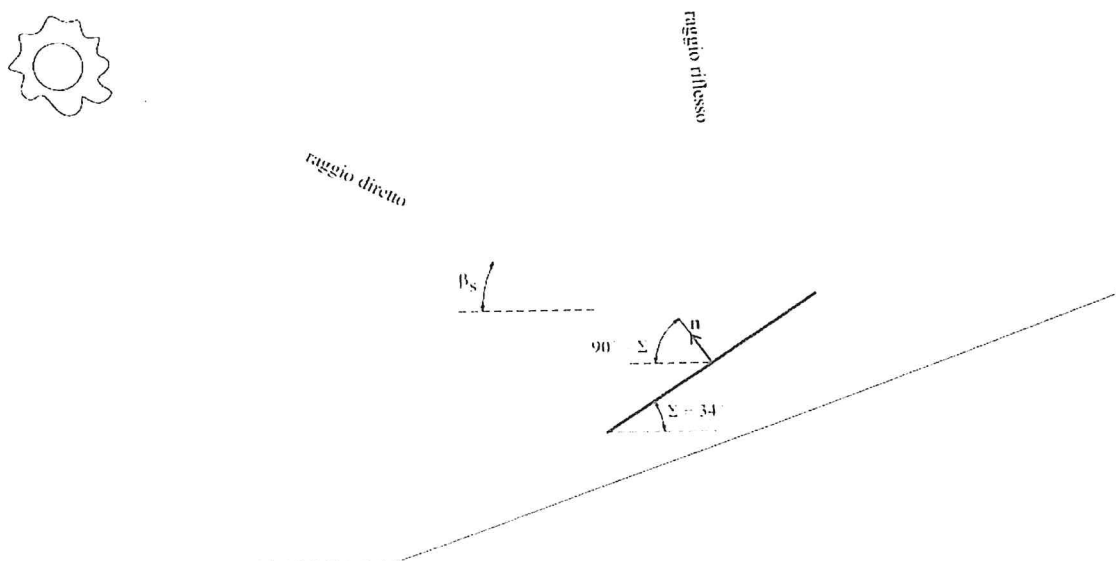


Figura 4 – Sezione verticale del generico pannello dell'impianto

Queste considerazioni hanno validità per tutte quelle condizioni in cui la differenza tra l'azimut solare e l'azimut della superficie è minore di 90° , ovvero quando $\phi_s - \phi < 90^\circ$. Per $\phi_s - \phi > 90^\circ$ (condizione che intuitivamente può essere individuata come "Sole dietro il pannello") si può invece avere una condizione di abbagliamento per ricettori B, ovvero quelli posti ad ovest rispetto all'impianto, nelle ore iniziali della giornata.

Viene individuato su una carta solare⁴, avendo assunto come dato progettuale la sola inclinazione del pannello fotovoltaico Σ , il luogo delle posizioni del Sole, e quindi del periodo di tempo, in cui la riflessione della luce solare diretta può provocare abbagliamento verso i **ricettori A**. Nella figura 5 è evidenziato il luogo dei punti per cui l'altezza solare è superiore a $90^\circ - \Sigma$ (nel nostro caso 56°), ovvero dalle ore 11 alle ore 13 per i mesi da aprile ad agosto e dalle ore 10 alle ore 14 per i mesi da maggio a luglio.

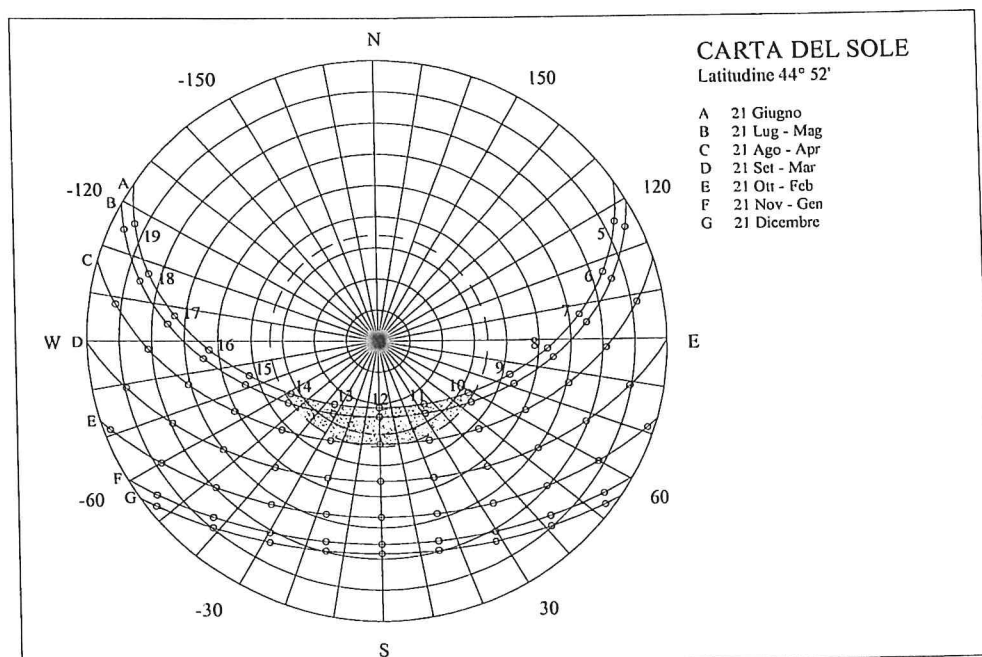


Figura 5 – Carta del Sole per la latitudine in esame. È indicata l'altezza solare pari a 56° (circonferenza tratteggiata) ed evidenziato il luogo dei punti che rappresentano la posizione del Sole per cui $\beta_s > 56^\circ$.

⁴ La carta solare è una proiezione su un piano orizzontale dei percorsi solari (ad esempio quelli del giorno 21 di ogni mese sono gli archi nella figura 6) con indicazione delle ore del giorno (i punti nella figura 6) dove è possibile individuare l'altezza solare (le circonferenze concentriche nella figura 6) e l'azimut solare (i raggi nella figura 6).



Attraverso questa analisi di tipo geometrico sono state individuate le condizioni di criticità per i ricettori A e per i ricettori B in relazione al fenomeno di abbagliamento che devono essere indagate attraverso simulazione illuminotecnica. Per completezza di informazione si ritiene comunque di andare a rappresentare la posizione dei raggi diretti e riflessi non solo per quelle condizioni temporali che sono critiche ma per tutto l'arco dell'anno, con passo temporale pari a 1 mese.

5 Risultati

La verifica dell'incidenza dei raggi riflessi sui ricettori sensibili viene fatta attraverso la visualizzazione di due proiezioni ortogonali (sul piano orizzontale e su un piano verticale) del sistema Sole-riflettori-ricettori.

Le rappresentazioni tipo delle proiezioni orizzontale e verticale (vista da est) sono riportate nelle figure 6 e 7, dove i ricettori sensibili sono in rosso. E' possibile individuare la radiazione diretta e quella riflessa dai pannelli. Si ricorda che il fascio diretto sulla proiezione orizzontale si sposta, al crescere delle ore, da est ad ovest, mentre sulla proiezione verticale cresce fino alle ore 12 e successivamente decresce.

Leggendo congiuntamente le due proiezioni è possibile stabilire la direzione nello spazio del fascio riflesso principale, e in rapporto alla morfologia del terreno, definire la possibilità del fenomeno di abbagliamento.

Nella restituzione grafica del software possono essere presenti riflessioni in direzioni che si discostano da quella della riflessione principale a causa del trattamento da parte del software delle riflessioni dei raggi solari che cadono in corrispondenza delle linee di confine tra le superfici dei riflettori. Esse non sono comunque influenti al fine della valutazione della riflessione e abbagliamento.

Nell'**Allegato A** sono riportate le proiezioni orizzontale e verticale del modello virtuale con indicazione dei raggi diretti e dei raggi riflessi per il giorno 21 dei mesi di dicembre, gennaio, febbraio, marzo, aprile, maggio, giugno.

Non risulta necessario indagare le condizioni relative al giorno 21 dei mesi di luglio, agosto, settembre, ottobre e novembre in quanto riferibili a quelle riportate per i mesi, rispettivamente, di maggio, aprile, marzo, febbraio, gennaio.

Nell'**Allegato B**, per ogni condizione temporale già considerata nell'Allegato A, sono anche riportate le proiezioni verticali (vista da sud) con indicazione del percorso solare giornaliero, della posizione del Sole a quella determinata ora e dei raggi diretti e riflessi che interessano il campo fotovoltaico.

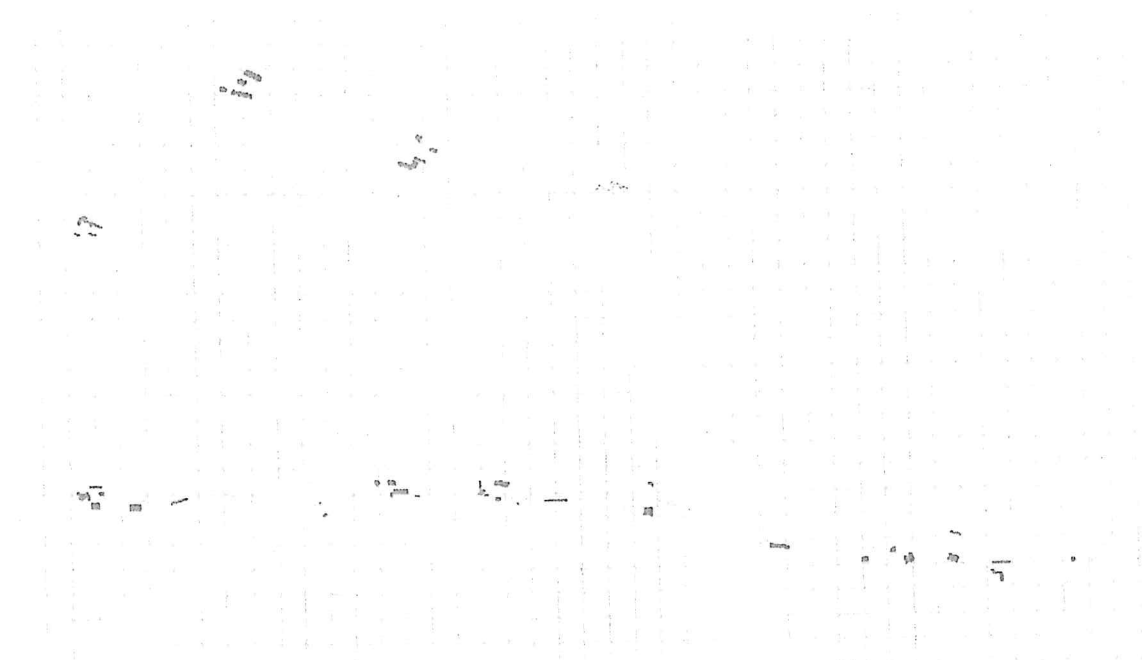


Figura 6 – Proiezione orizzontale del modello virtuale del terreno con indicazione dei raggi diretti e riflessi nelle varie direzioni per le ore 12 del 21 luglio.



Figura 7 – Proiezione verticale del modello virtuale del terreno con indicazione dei raggi diretti e riflessi nelle varie direzioni per le ore 12 del 21 luglio.

Nell'**Allegato C**, per approfondire alcune condizioni di eventuale criticità, che per essere valutate necessitano di un'analisi più dettagliata, sono riportate viste prospettiche del modello con indicazione dei raggi diretti e dei raggi riflessi con passo temporale pari a 15'.

Dalla lettura congiunta delle due proiezioni riportate nell'**Allegato A** è possibile accertare che:

- per il giorno 21 del mese di dicembre non vi sono condizioni di abbagliamento poiché la posizione del Sole è caratterizzata da altezze solari ridotte (Sole basso sull'orizzonte) ed azimut contenuti (Sole che si discosta poco dal sud) e la riflessione avviene sempre verso l'alto.
- Per il giorno 21 del mese di gennaio, così come di novembre, non ci sono condizioni di abbagliamento: nella prima ora del giorno la riflessione non interessa i ricettori B in quanto deviata verso l'alto; nelle ore successive, per gli stessi motivi esposti nel caso di dicembre, la riflessione si colloca sempre verso l'alto.
- Per il giorno 21 del mese di febbraio, così come di ottobre, per la prima ora risulta opportuno un approfondimento più dettagliato (riportato nell'**Allegato C**), in quanto la radiazione si colloca in maniera pressoché perpendicolare alla sezione verticale del pannello: i raggi riflessi vengono perciò deviati verso nord-ovest e vanno ad interessare parte della collina; nelle altre ore del giorno non risultano condizioni di abbagliamento.
- Per il giorno 21 del mese di marzo, così come di settembre, si ha una condizione di criticità (analizzata nell'**Allegato C**) nuovamente alle prime ore del giorno (in questo caso le ore 8), per i medesimi motivi esposti per la condizione 21 febbraio ore 9: la riflessione interessa esclusivamente il versante sud della collina; successivamente anche per il mese di marzo le altre ore del giorno non presentano alcun rischio di abbagliamento.
- Per il giorno 21 del mese di aprile, così come di agosto, non vi sono mai condizioni di abbagliamento: alle ore 7 ed 8 la riflessione non interessa i ricettori B, mentre dalle 11 alle 13, ore in cui l'altezza solare supera i 56°, la riflessione non interessa i ricettori A.
- Per il giorno 21 del mese di maggio, così come di luglio, non vi sono condizioni di abbagliamento in quanto dalle ore 7 alle ore 8 la radiazione viene riflessa su una zona della collina ma non sui ricettori B, e alle altre ore del giorno non cade né su parte della collina né sui ricettori A.
- Per il giorno 21 del mese di giugno non vi sono fenomeni di abbagliamento in quanto alle ore 7 e alle ore 8 si ha una condizione simile a quella del 21 maggio alle stesse ore e perciò non problematica; dalle ore 9 in poi la riflessione non cade sui ricettori per tutta la giornata.

Come emerge dalle considerazioni effettuate, non vi è alcun rischio di abbagliamento per i ricettori A, quelli posti a sud dell'impianto.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Per i ricettori B, quelli posti ad ovest dell'impianto, gli approfondimenti riportati nell'**Allegato C** consentono di stabilire che:

- dalle ore 8,30 alle ore 8,45 per il 21 febbraio e dalle ore 8,15 alle ore 8,30 per il 21 marzo la riflessione ad opera dei pannelli avviene in direzione del lato est della costruzione più vicina all'impianto verso ovest, ma risulta limitata nel tempo (periodi non superiori al quarto d'ora) e soprattutto non perturbatrice in relazione al fenomeno di abbagliamento per la debole intensità della radiazione solare a quelle ore del giorno e perché la radiazione riflessa si va a sommare alla radiazione diretta proveniente a quell'ora da una direzione pressoché identica a quella della radiazione riflessa.

6 Conclusioni

Alla luce delle simulazioni svolte e delle considerazioni effettuate, non risulta alcun fenomeno di abbagliamento per opera dei pannelli fotovoltaici in costruzione sul sito in esame per tutti i ricettori individuati.

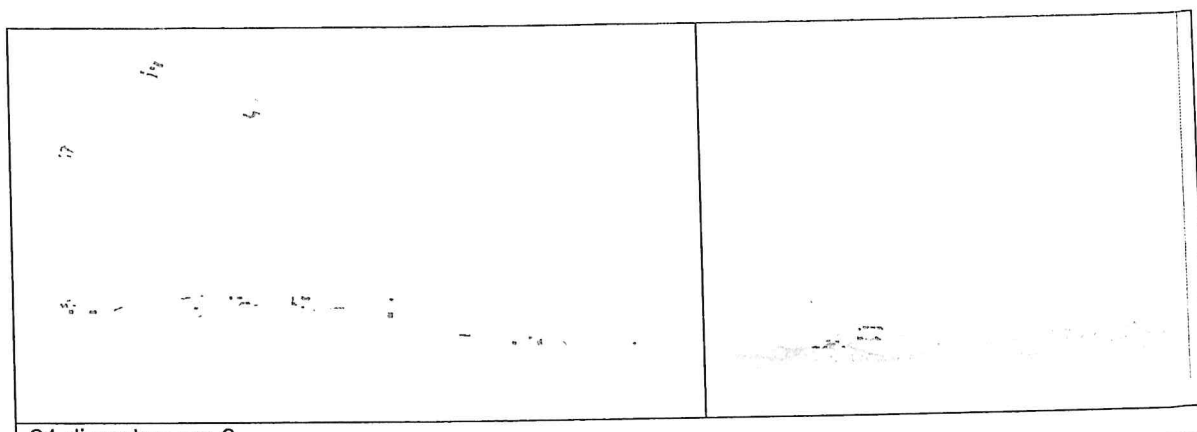
I ricettori A (costruzioni edilizie a sud dell'impianto e strada di viabilità) non sono interessati dalla radiazione riflessa dai pannelli lungo tutto l'arco dell'anno. Solo uno dei ricettori B risulta intercettare, per un breve periodo di tempo e solo in alcuni mesi, la radiazione riflessa dai pannelli fotovoltaici che non è comunque tale da causare un fenomeno di abbagliamento.



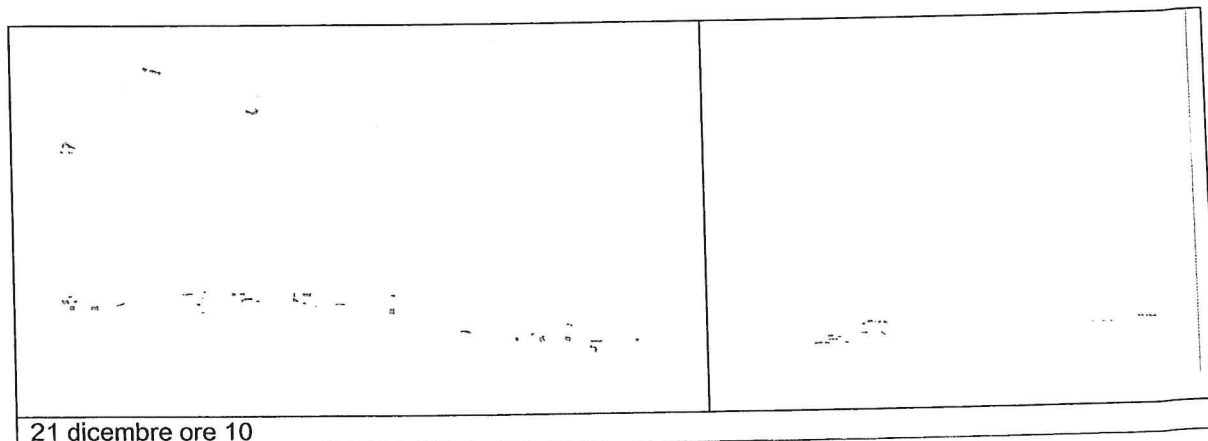
ALLEGATO A

Proiezioni orizzontale (a destra) e verticale (a sinistra) del modello virtuale con indicazione dei raggi diretti e riflessi

Mese di dicembre



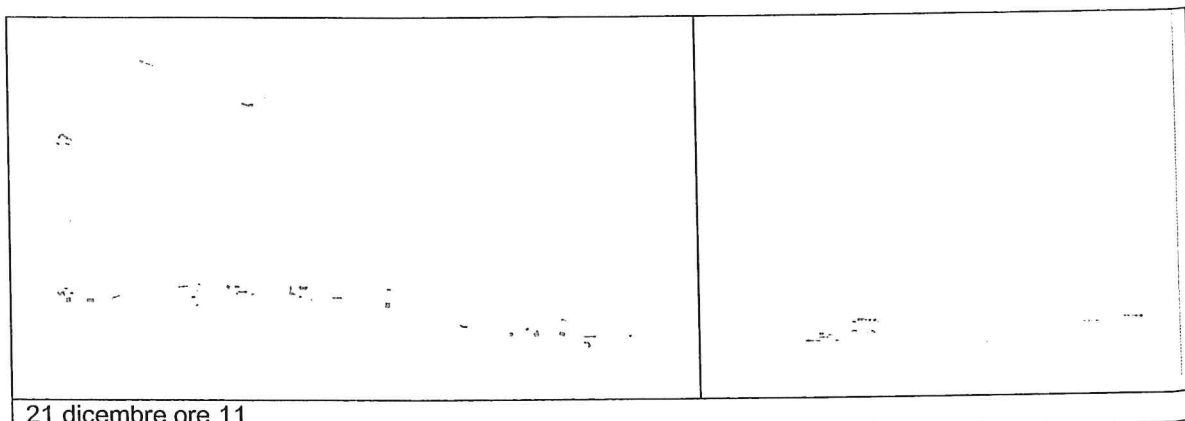
21 dicembre ore 9



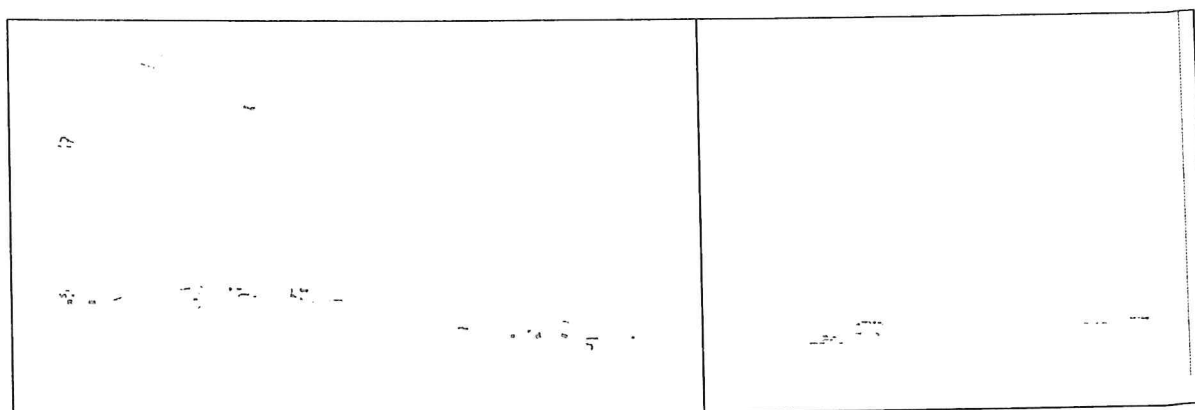
21 dicembre ore 10



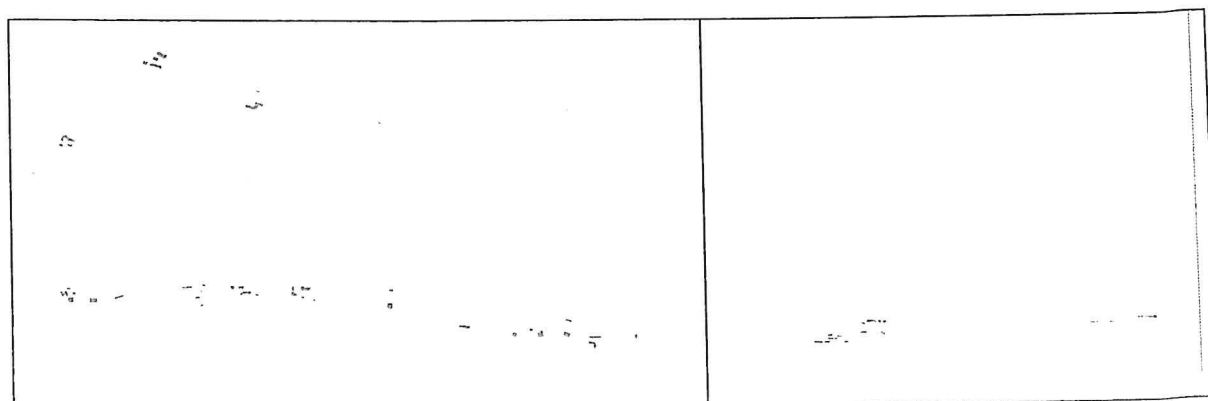
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 dicembre ore 11



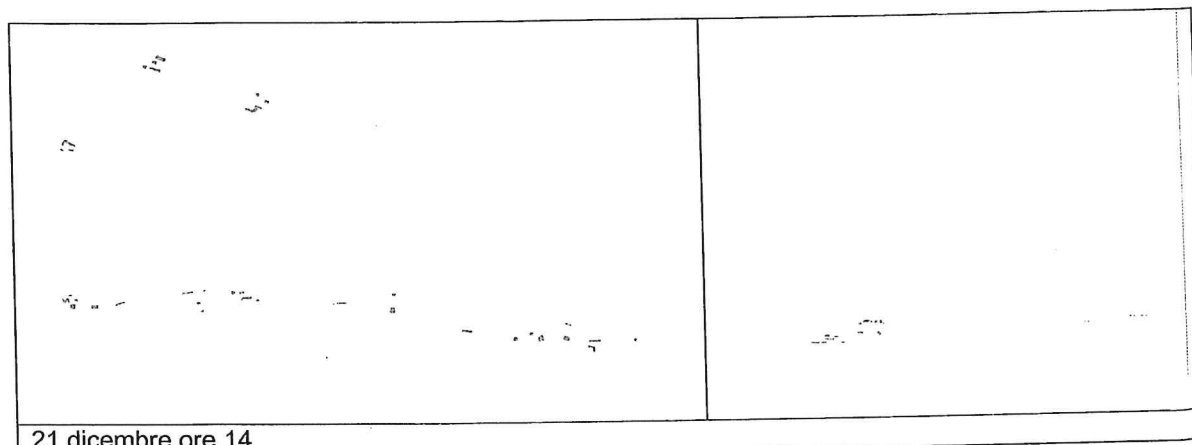
21 dicembre ore 12



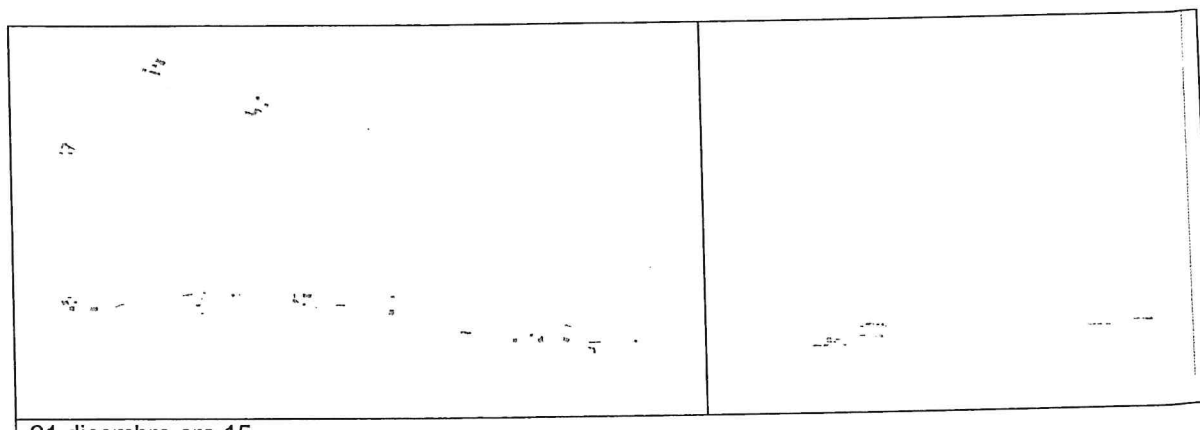
21 dicembre ore 13



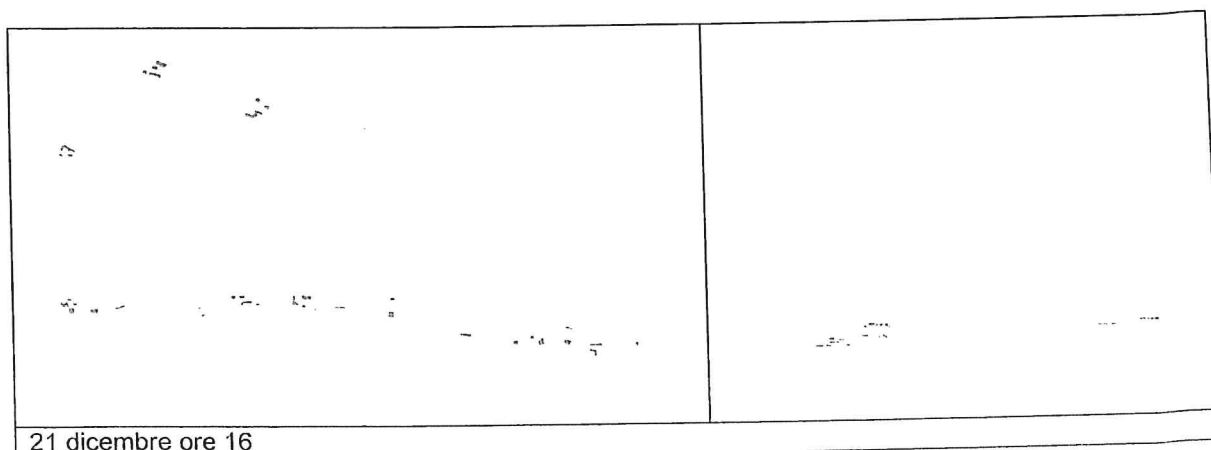
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 dicembre ore 14



21 dicembre ore 15

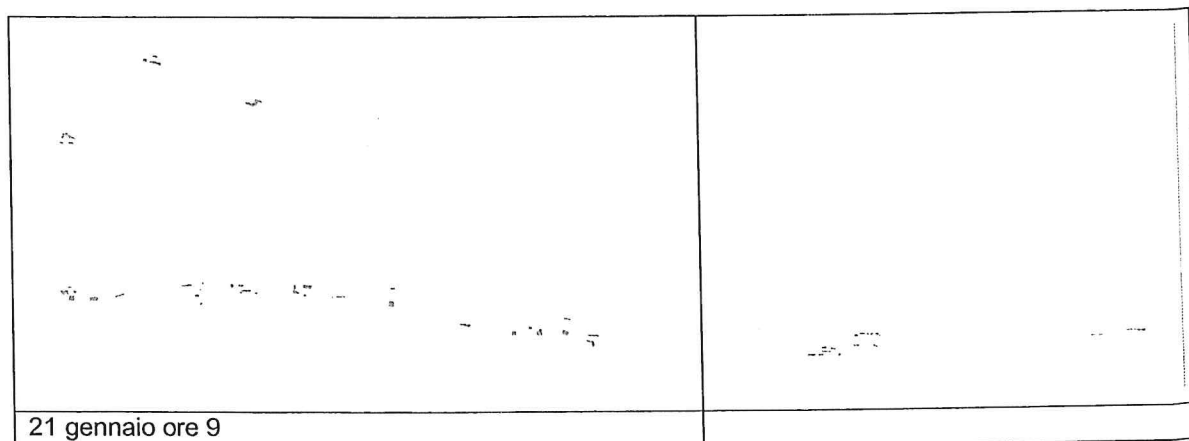


21 dicembre ore 16

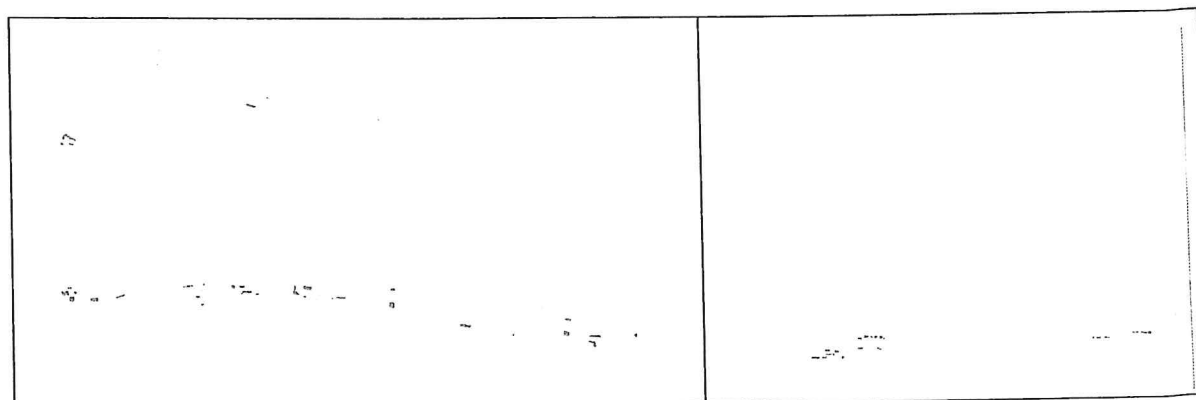


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

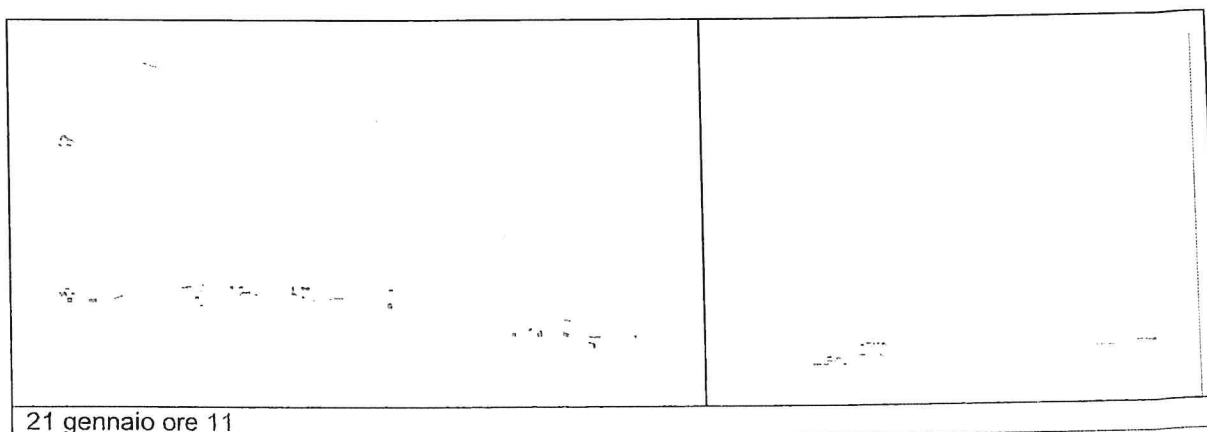
Mese di gennaio



21 gennaio ore 9



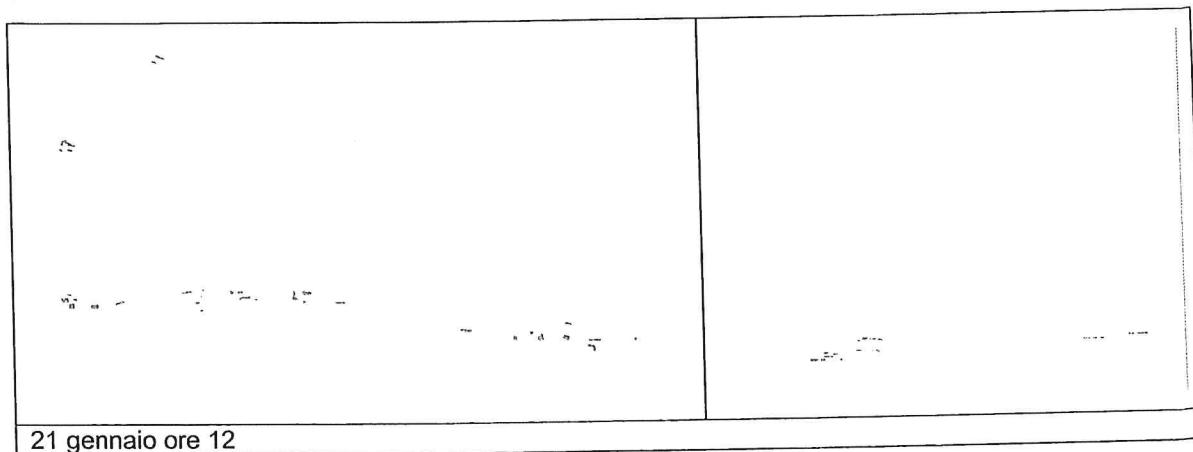
21 gennaio ore 10



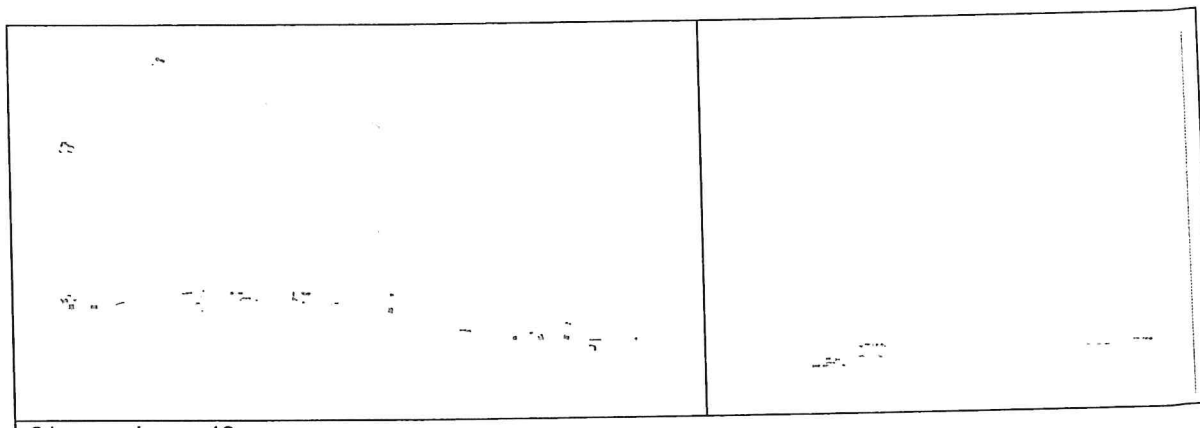
21 gennaio ore 11



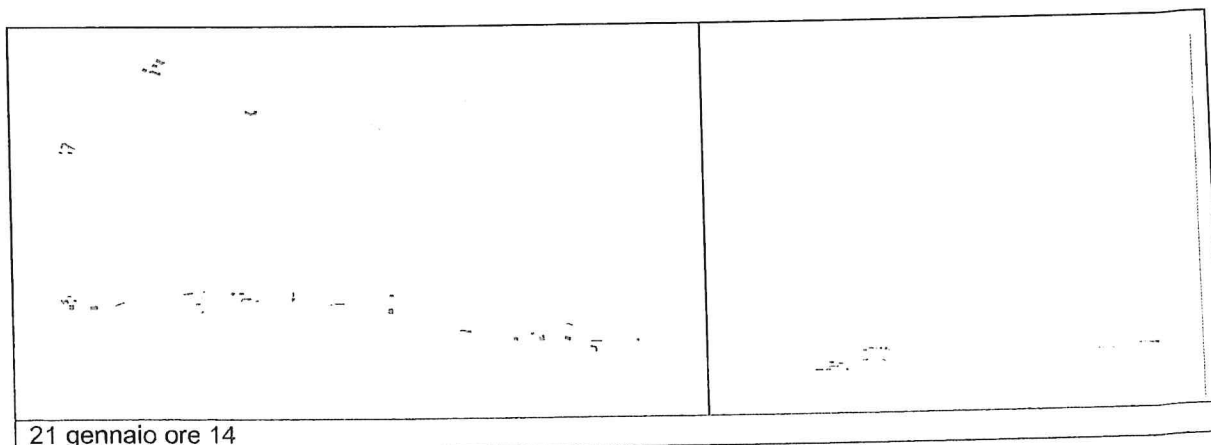
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 gennaio ore 12



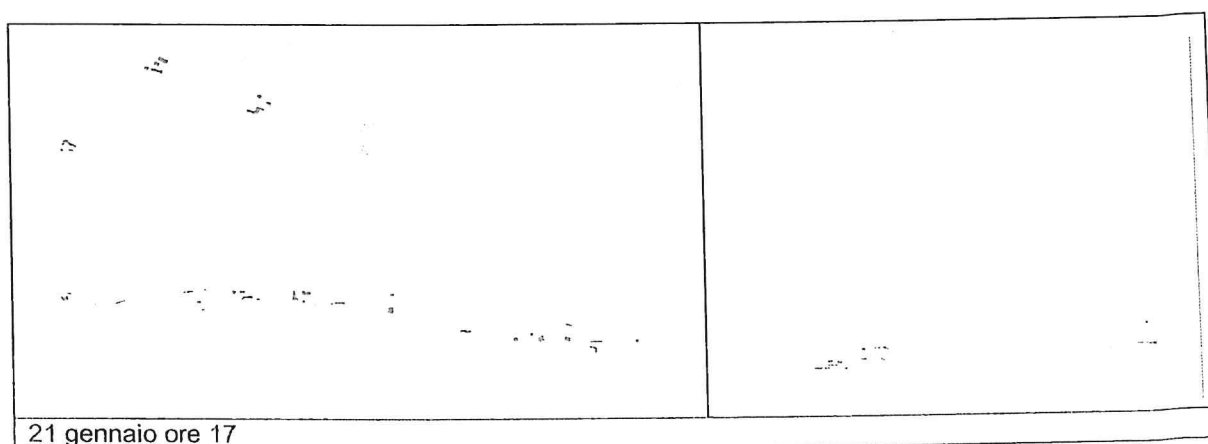
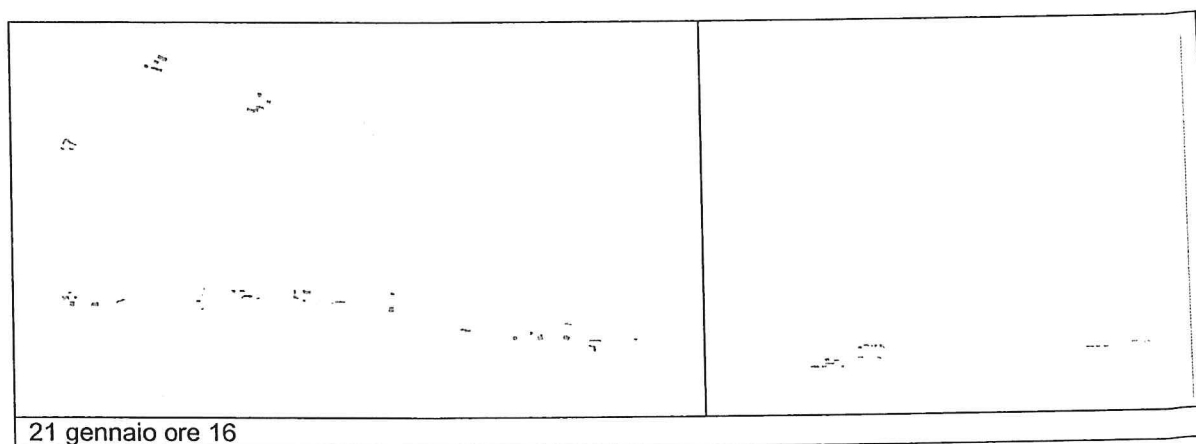
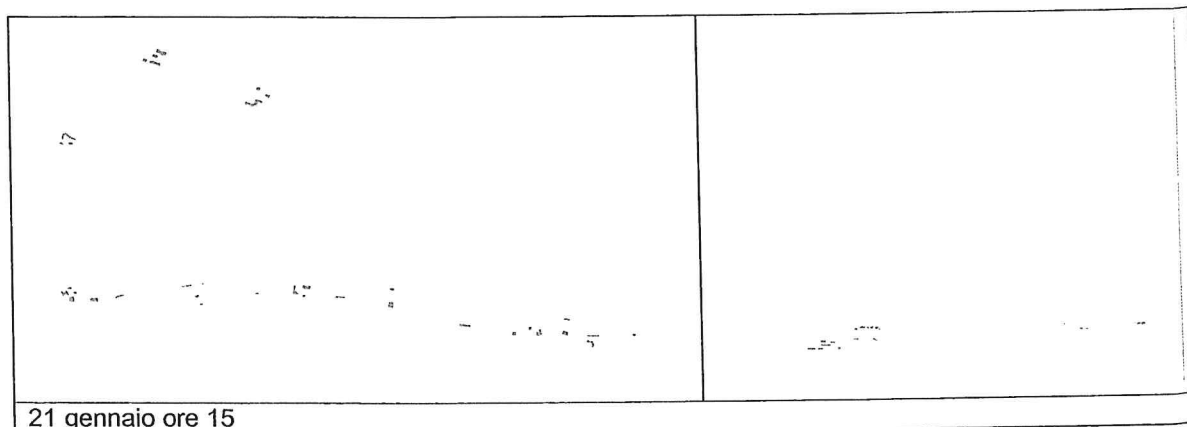
21 gennaio ore 13



21 gennaio ore 14



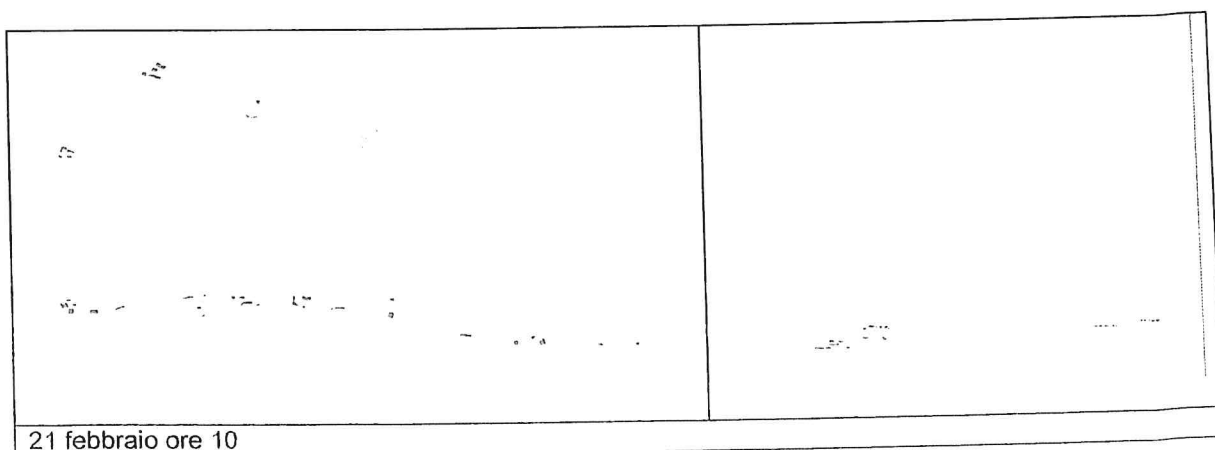
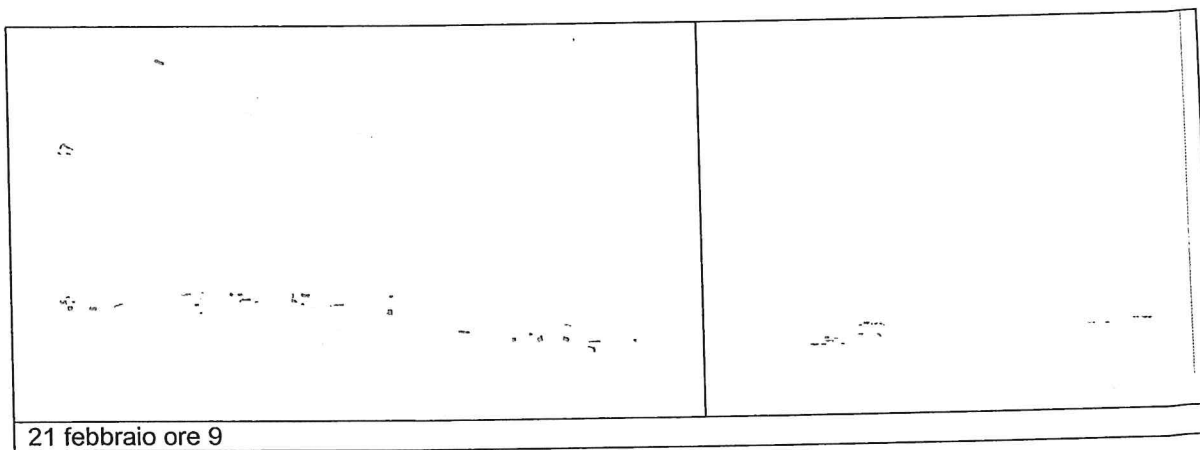
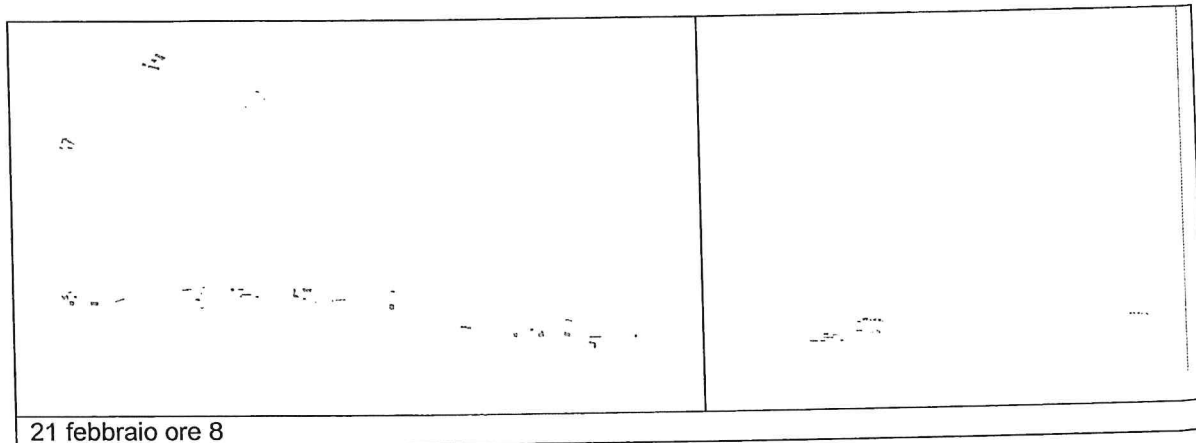
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali





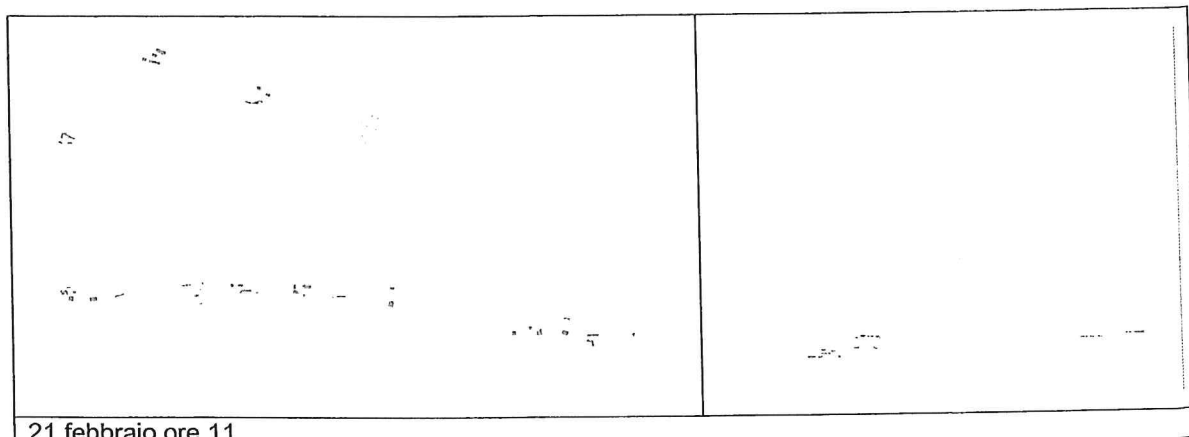
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di febbraio

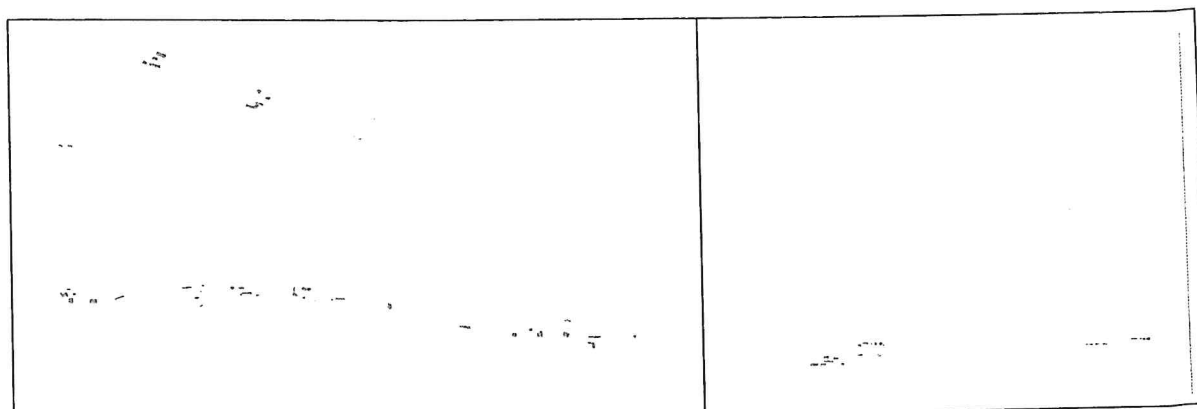




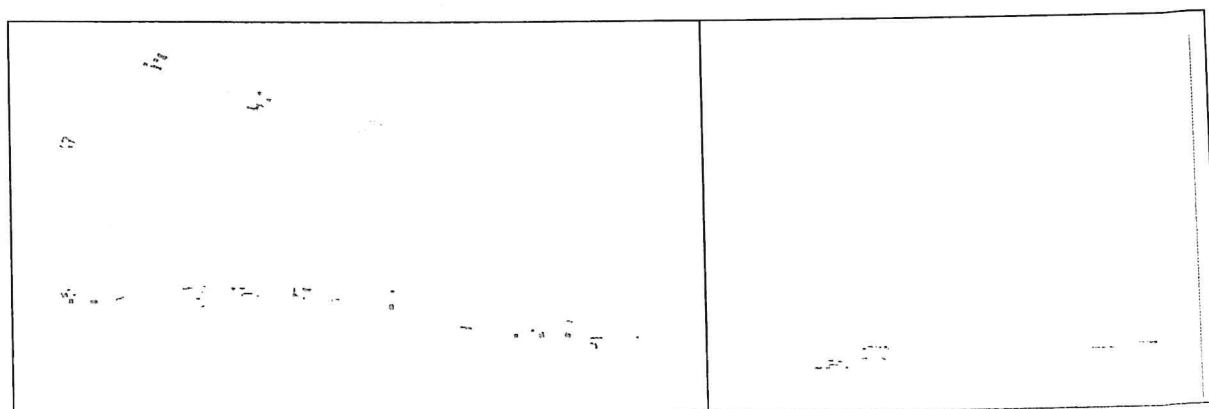
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 febbraio ore 11



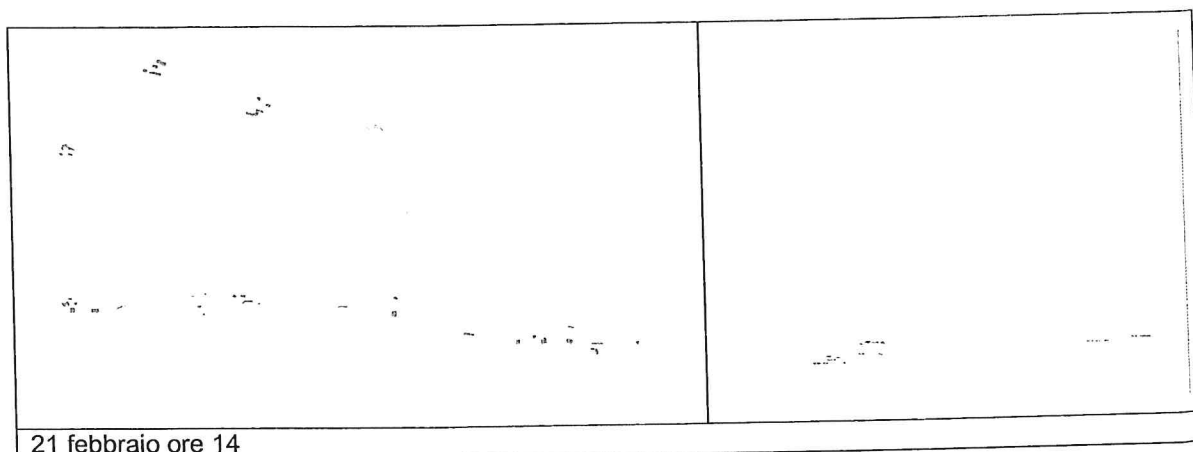
21 febbraio ore 12



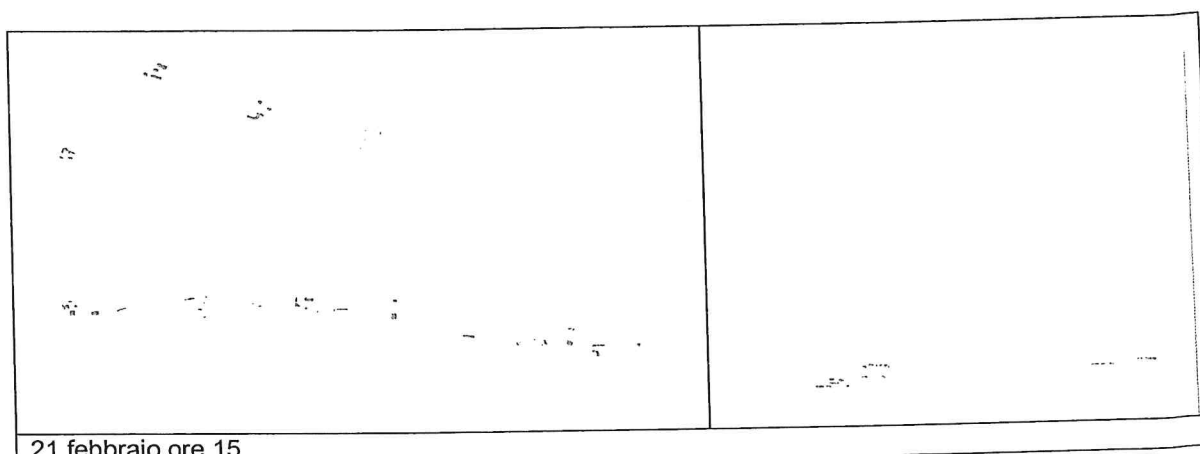
21 febbraio ore 13



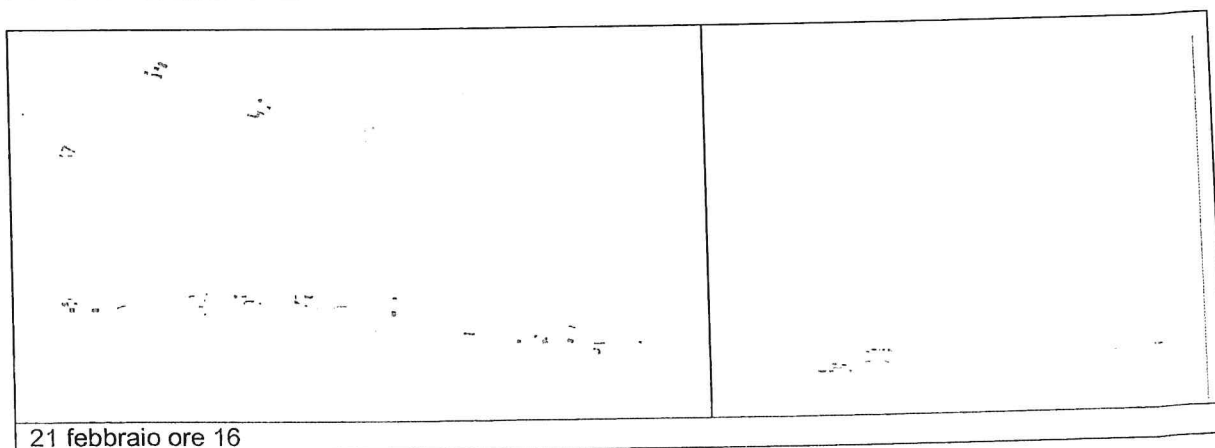
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 febbraio ore 14



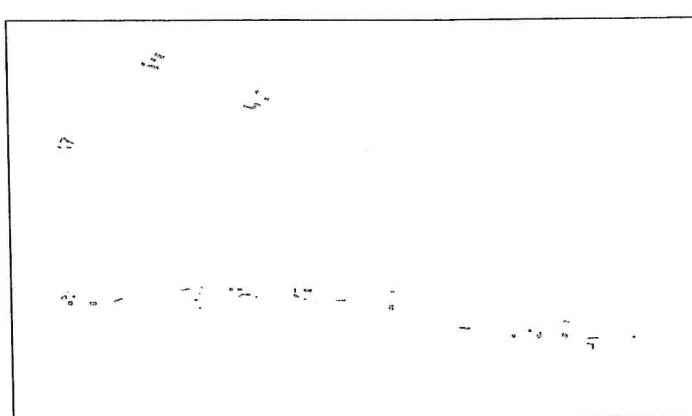
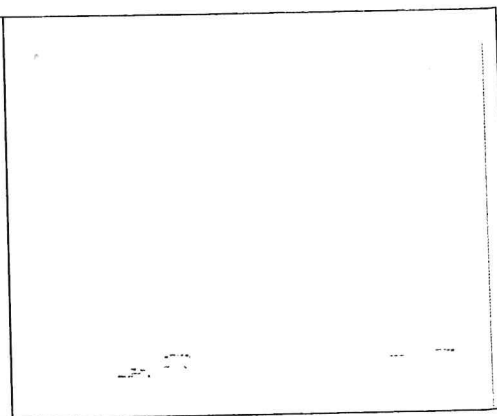
21 febbraio ore 15



21 febbraio ore 16



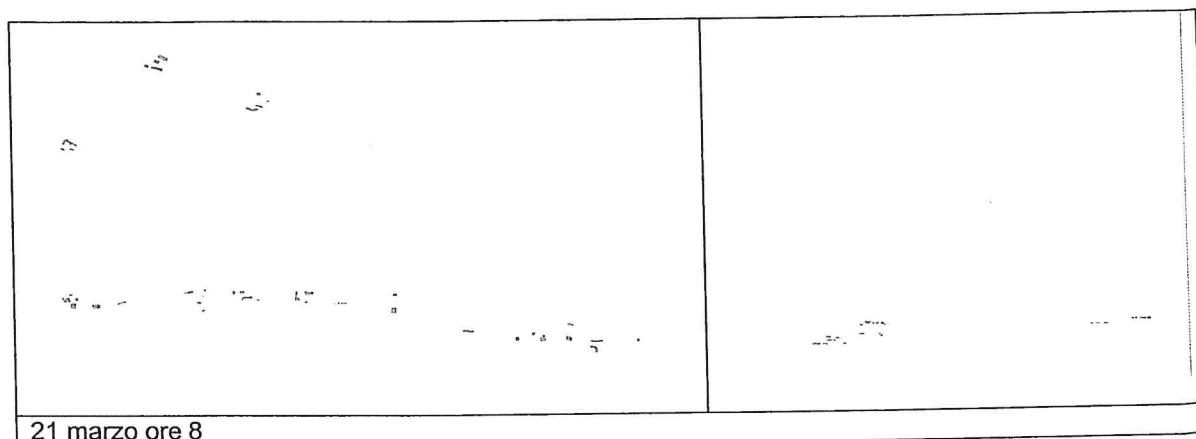
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

	
21 febbraio ore 17	

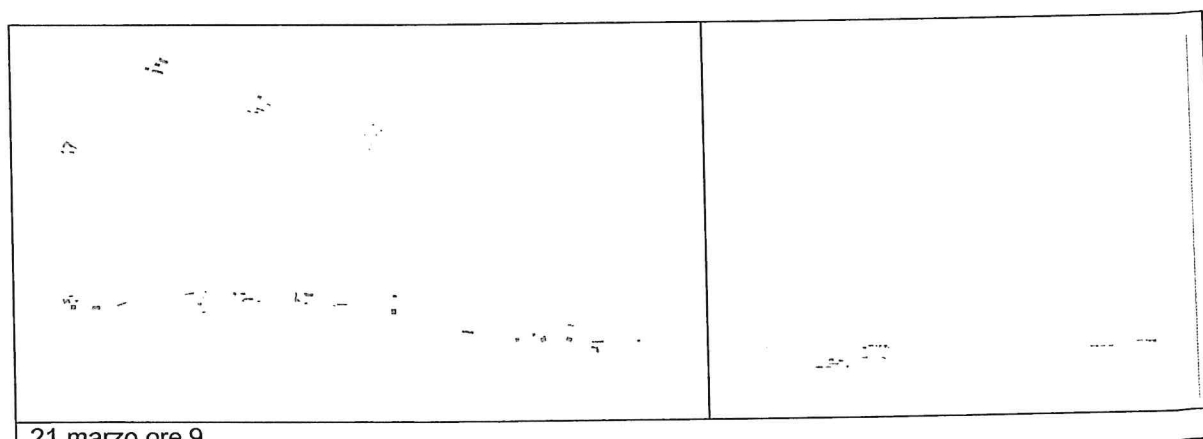


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

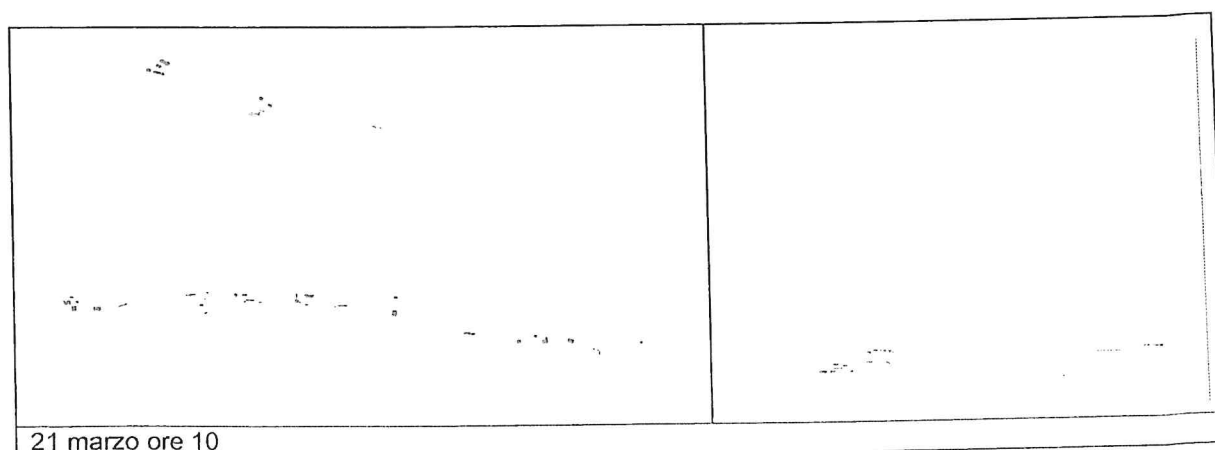
Mese di marzo



21 marzo ore 8



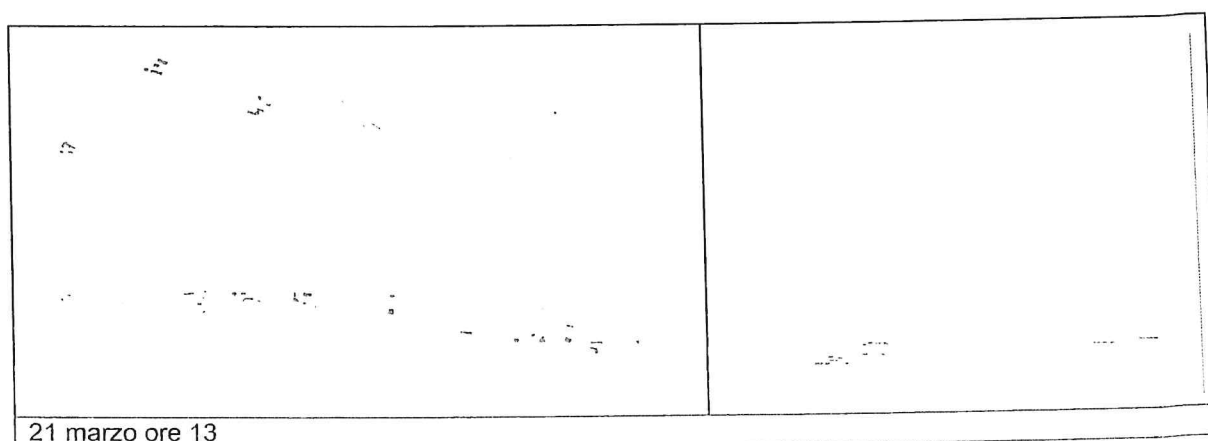
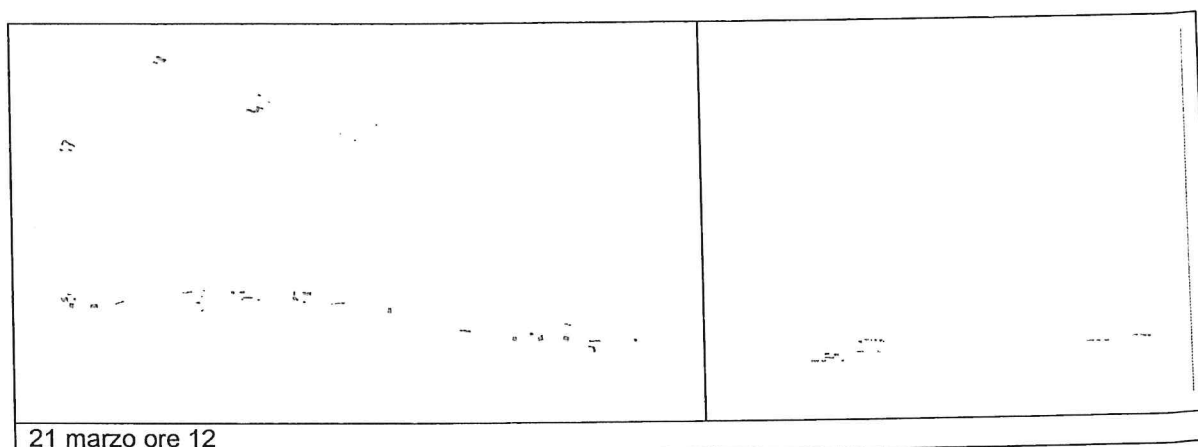
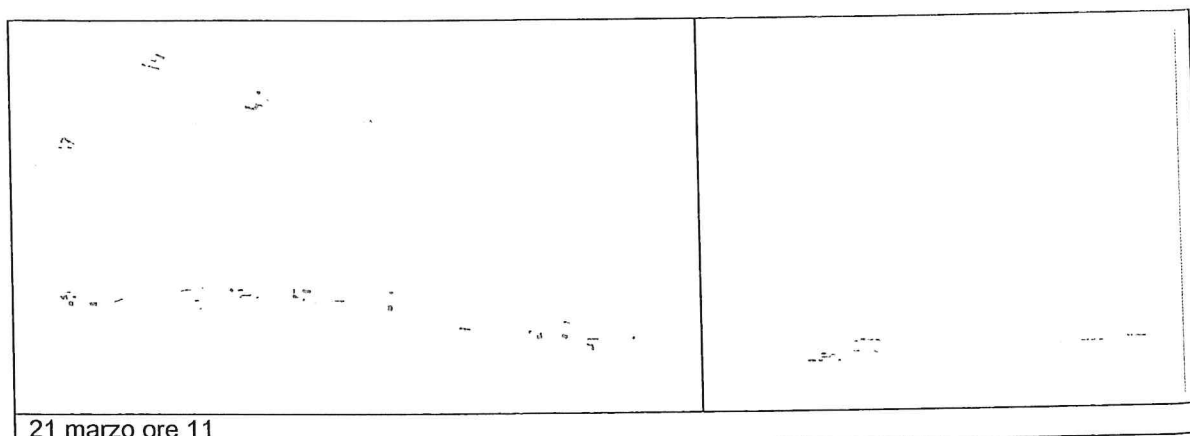
21 marzo ore 9



21 marzo ore 10

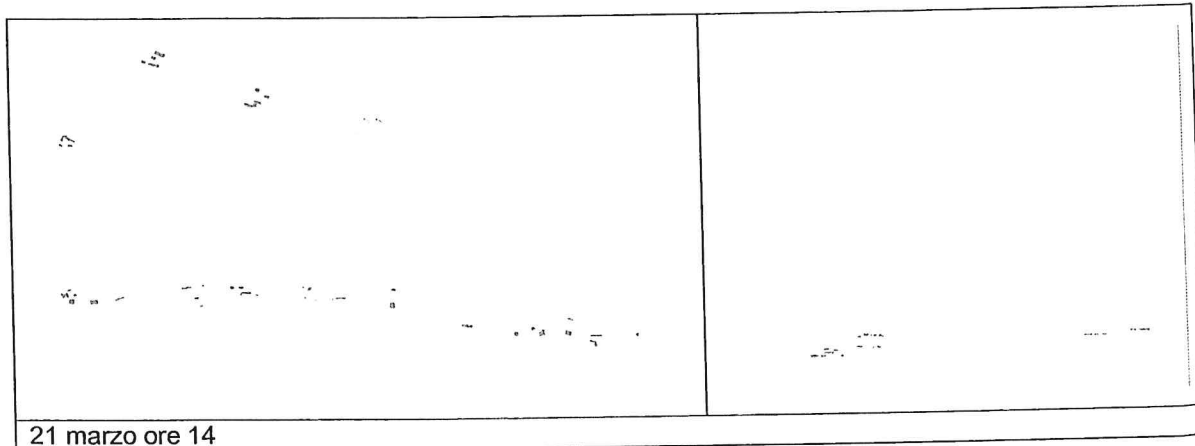


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

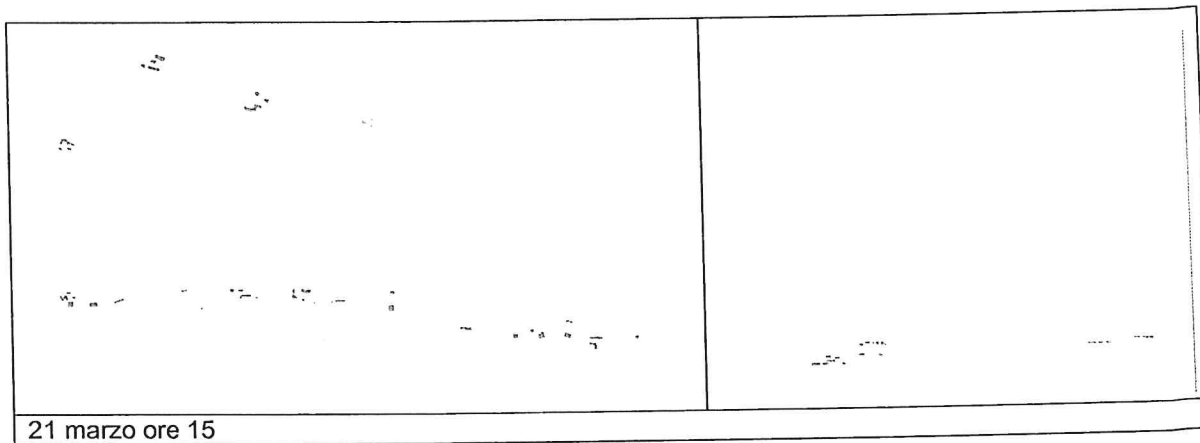




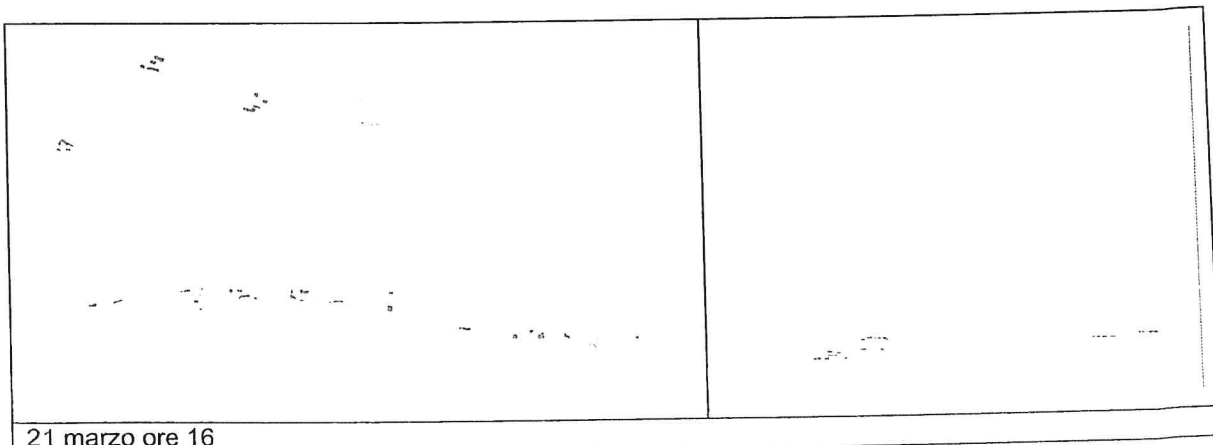
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 marzo ore 14



21 marzo ore 15



21 marzo ore 16



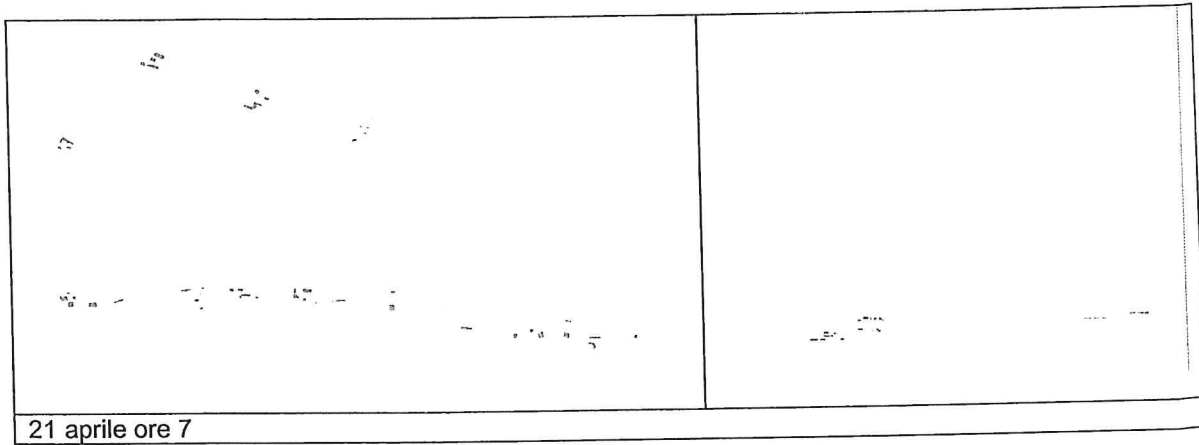
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 marzo ore 17	

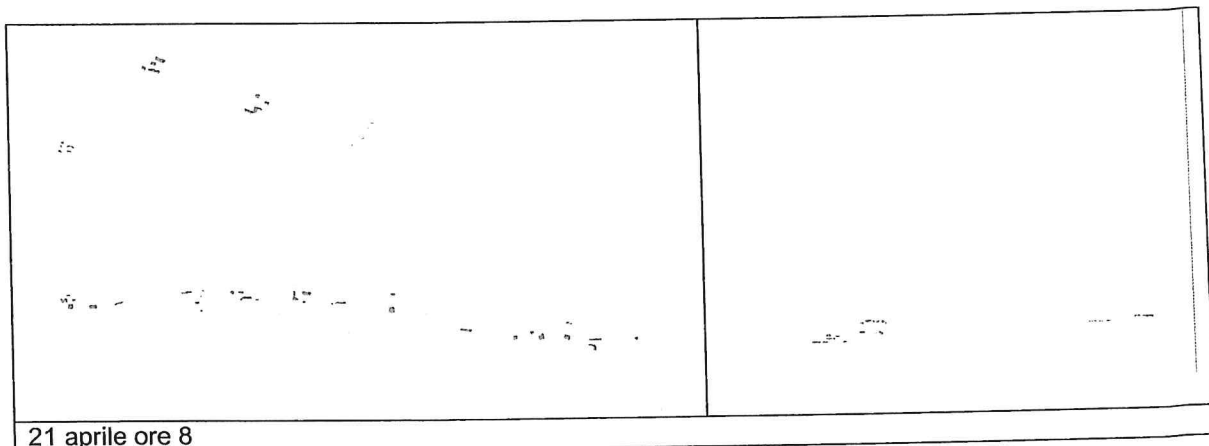


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

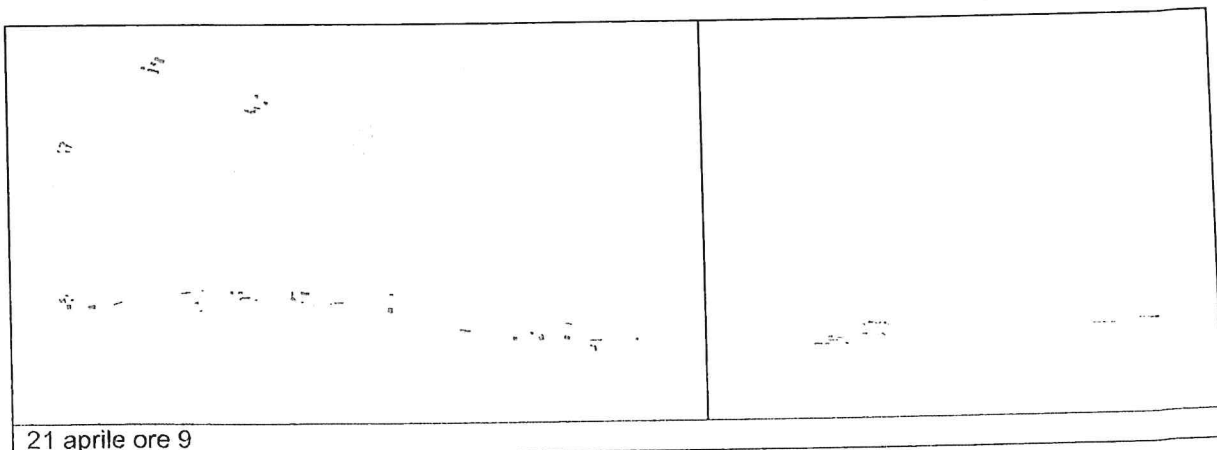
Mese di aprile



21 aprile ore 7



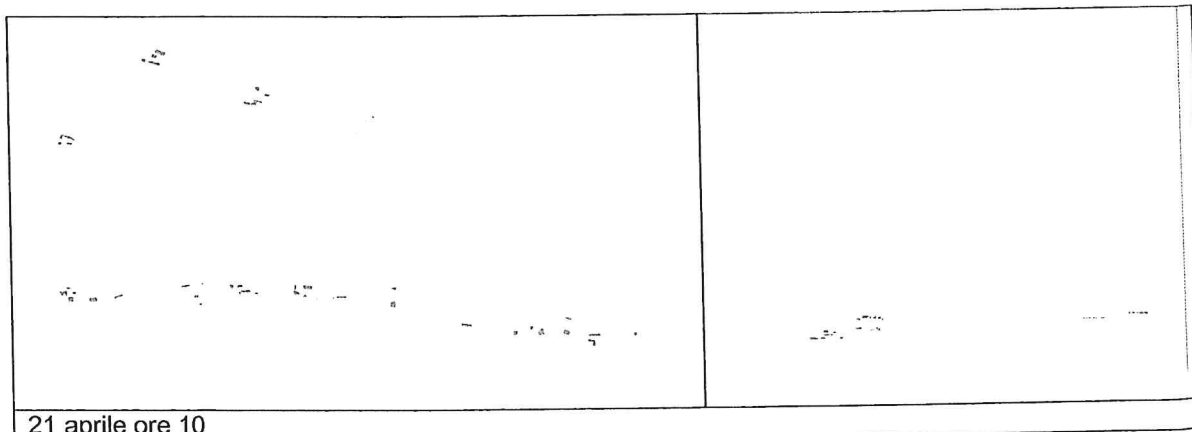
21 aprile ore 8



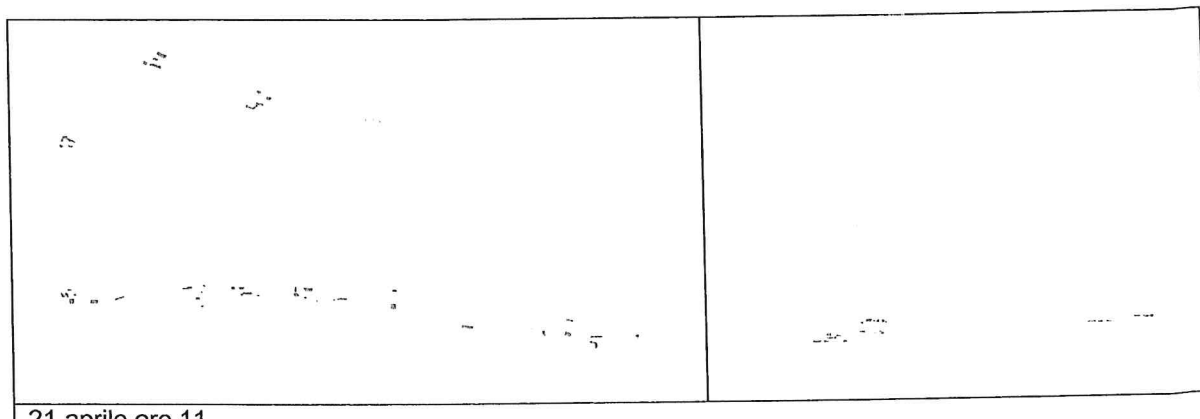
21 aprile ore 9



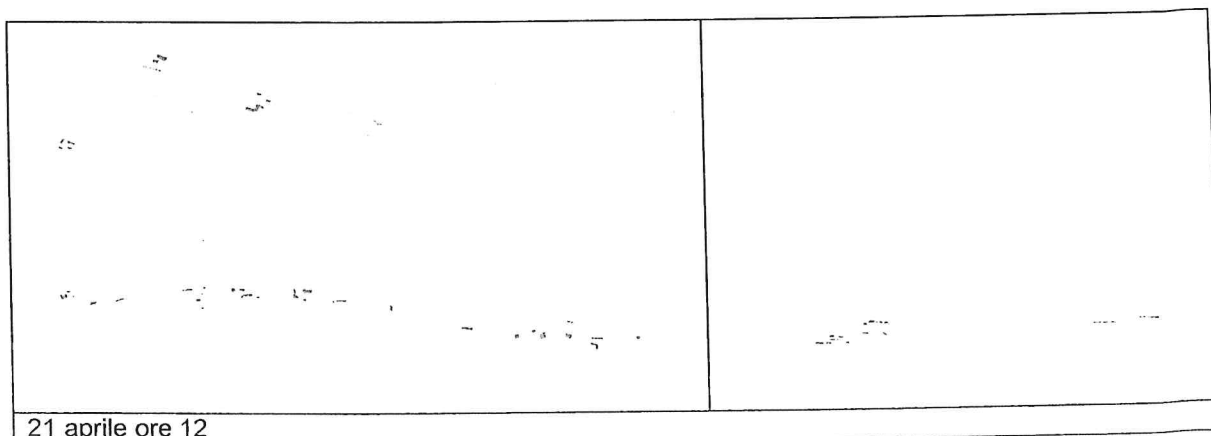
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 aprile ore 10



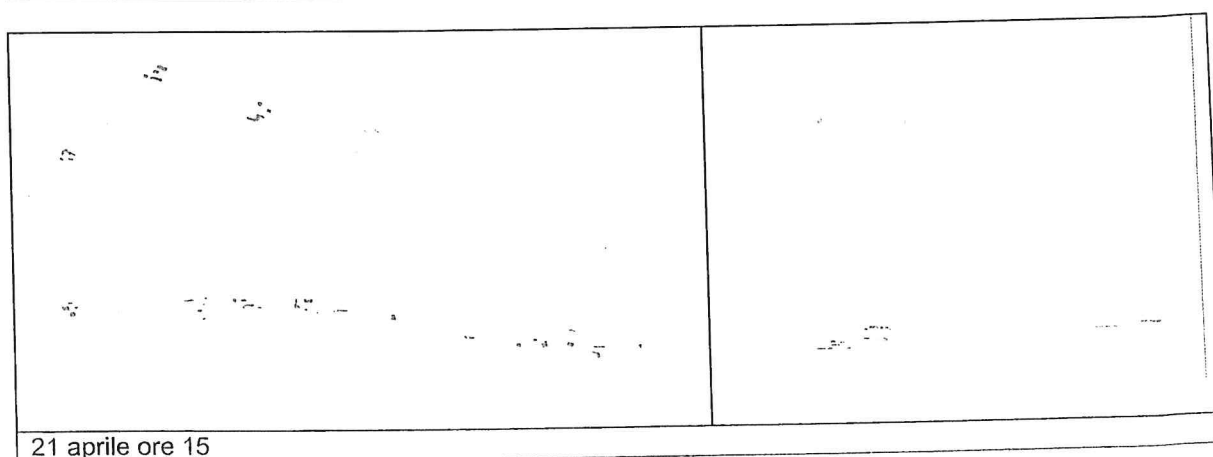
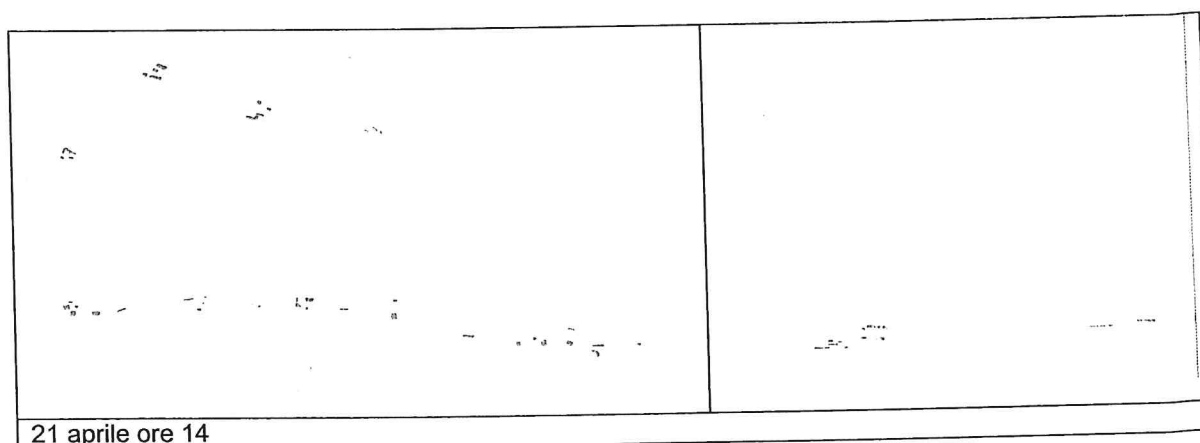
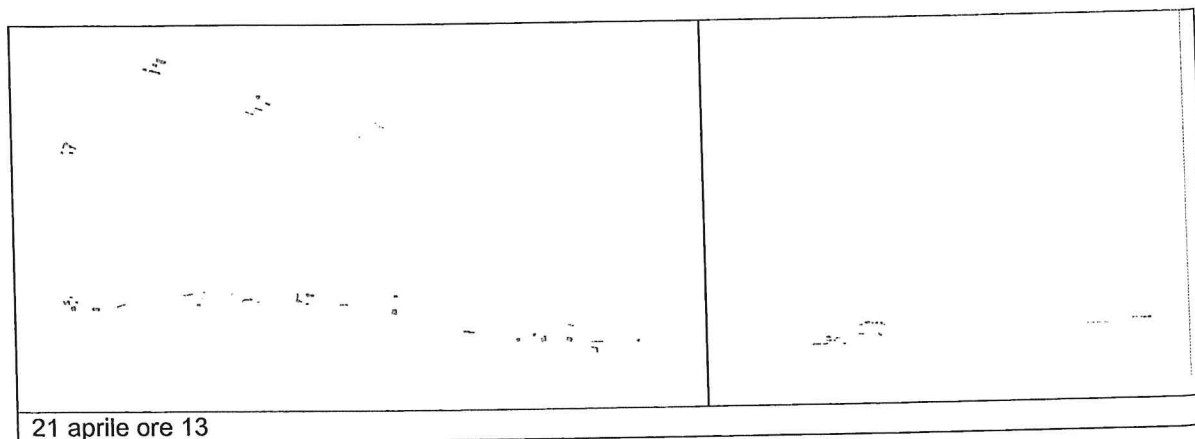
21 aprile ore 11



21 aprile ore 12

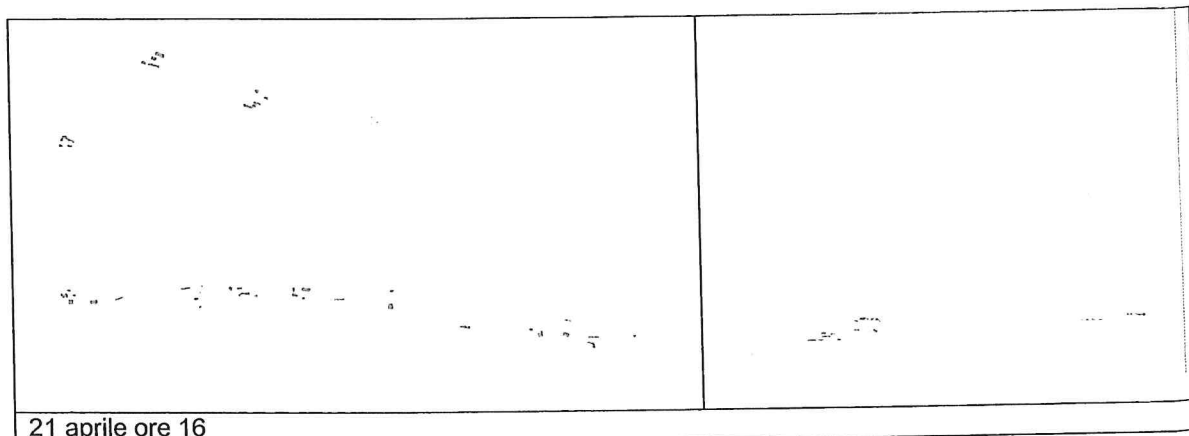


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

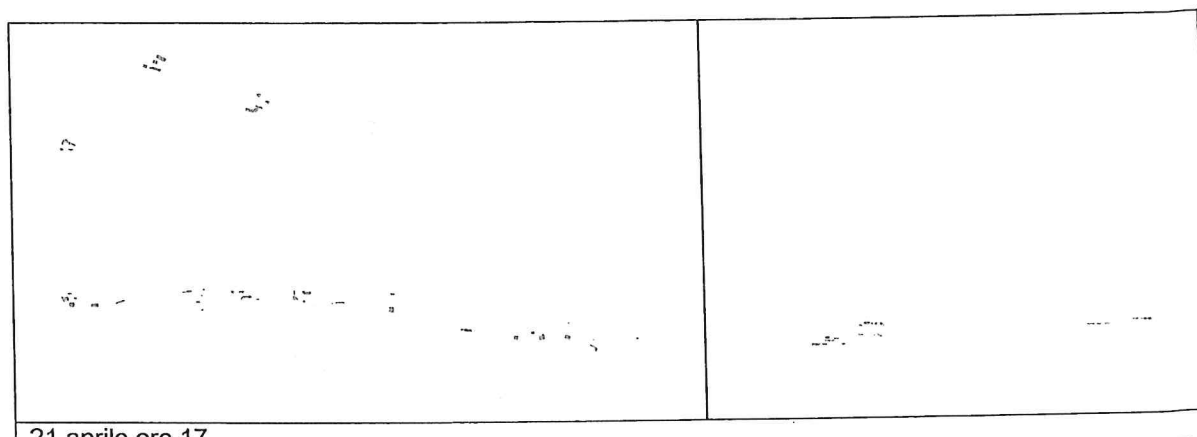




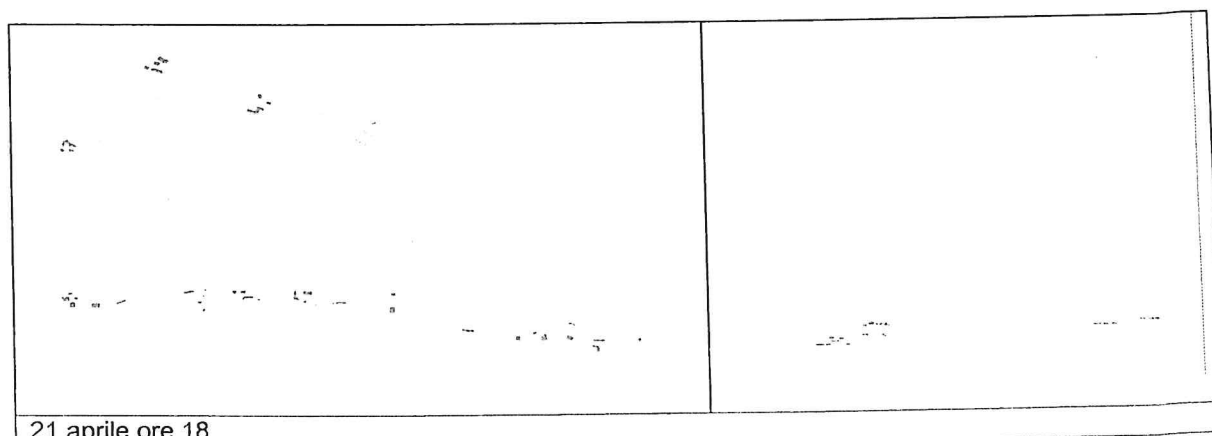
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 aprile ore 16



21 aprile ore 17

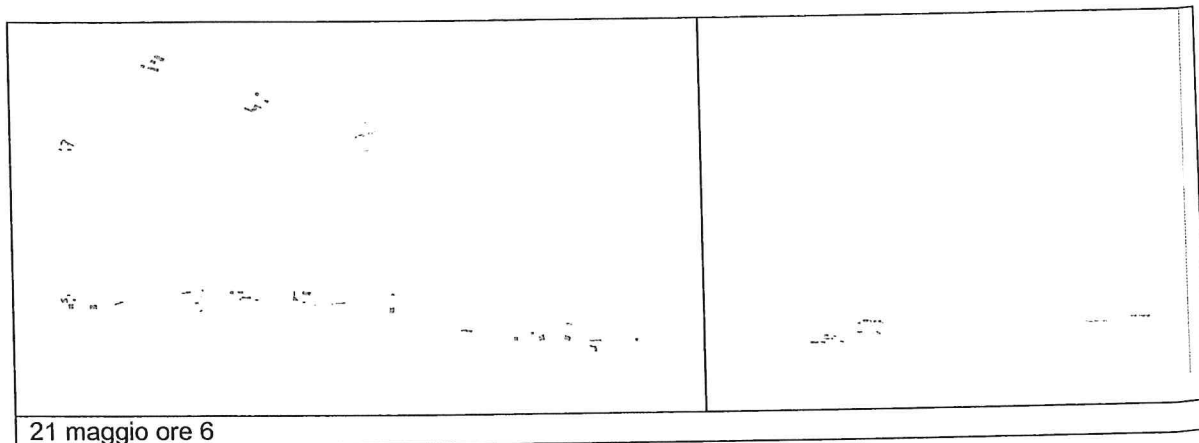


21 aprile ore 18

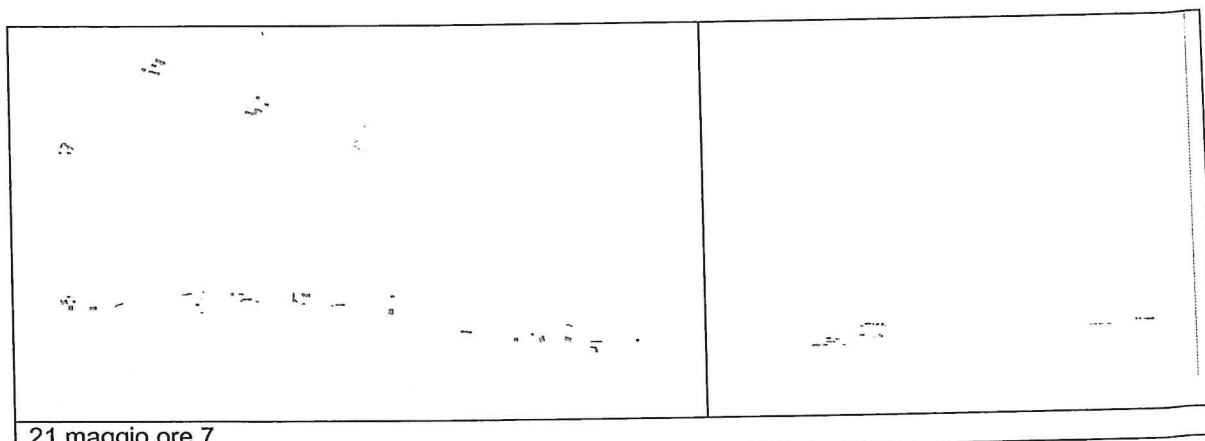


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

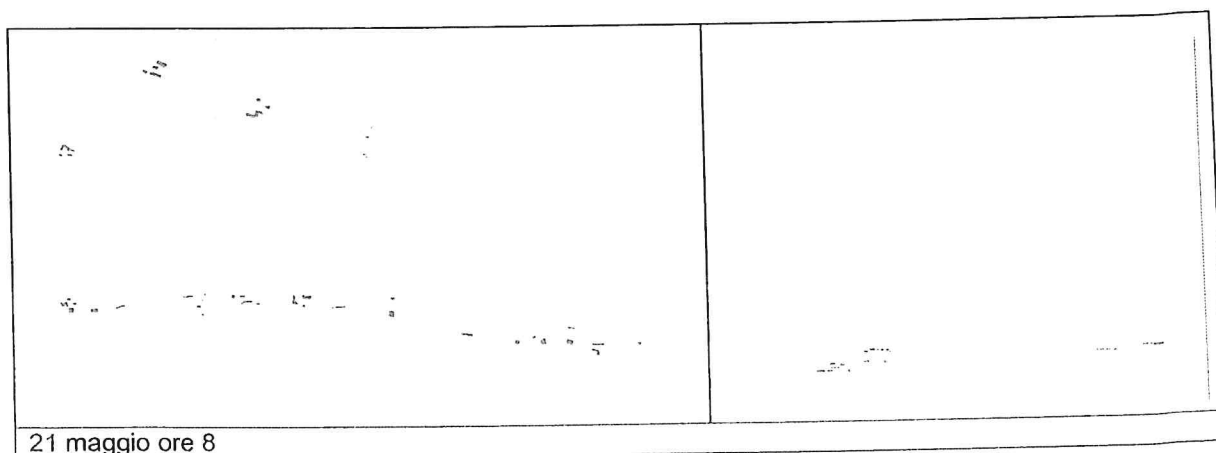
Mese di maggio



21 maggio ore 6



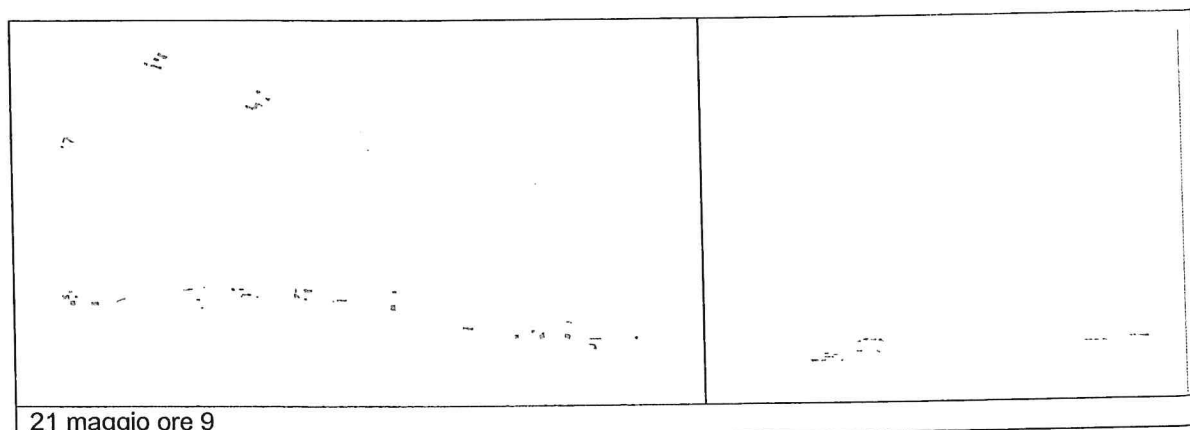
21 maggio ore 7



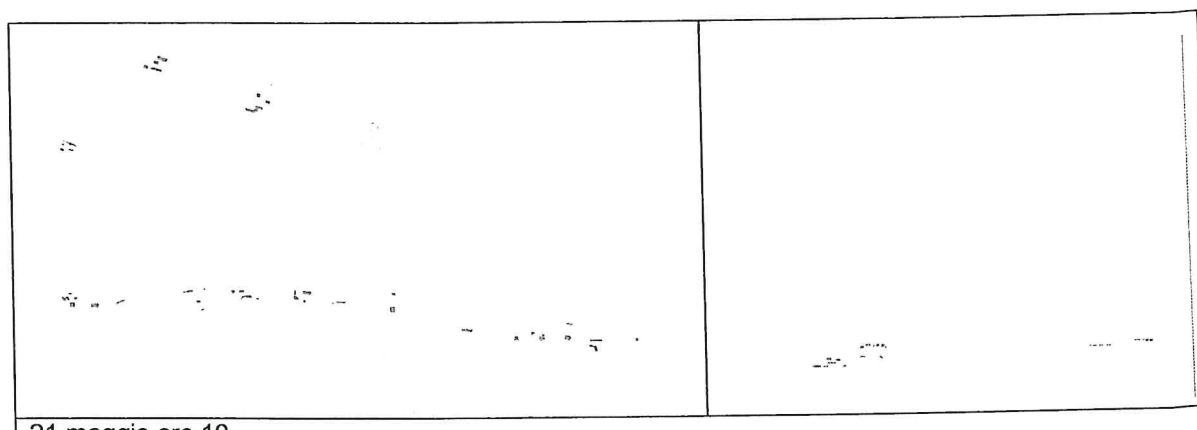
21 maggio ore 8



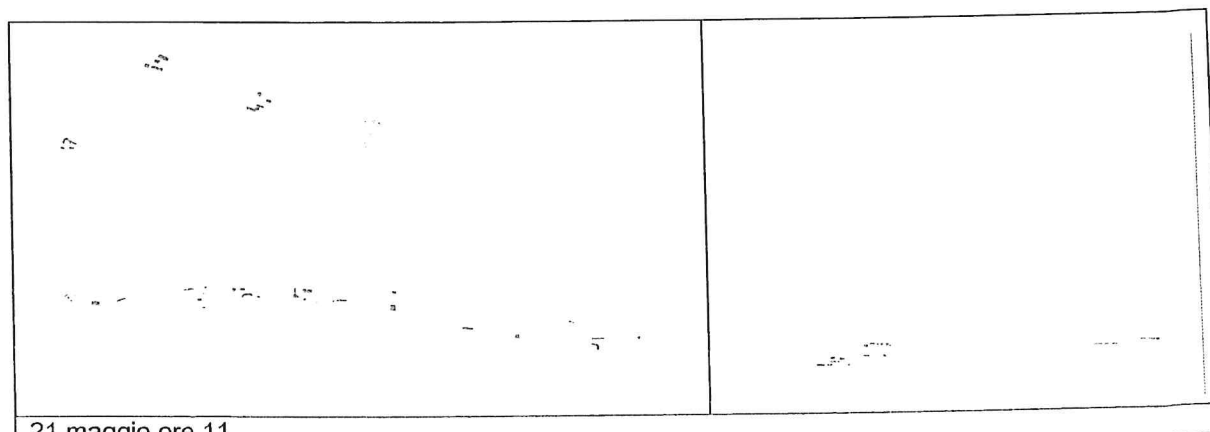
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 maggio ore 9



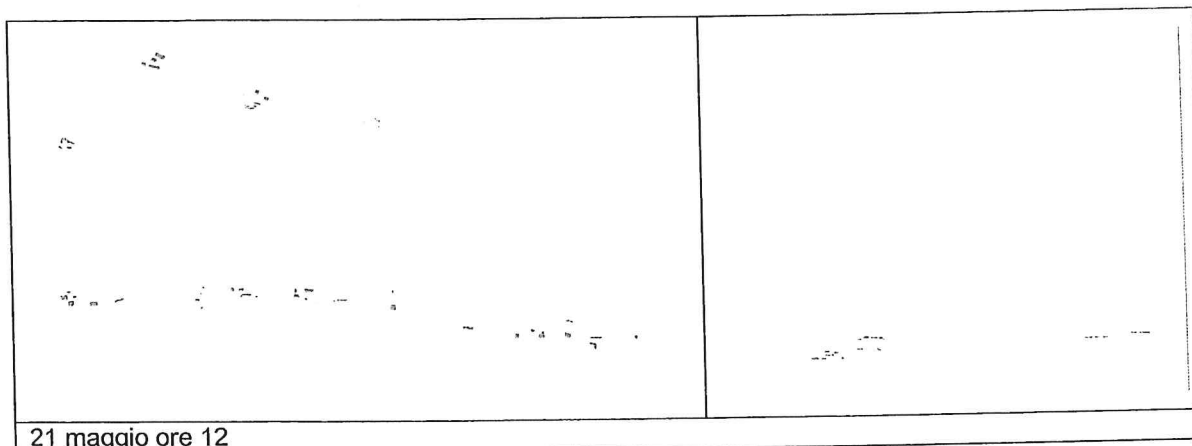
21 maggio ore 10



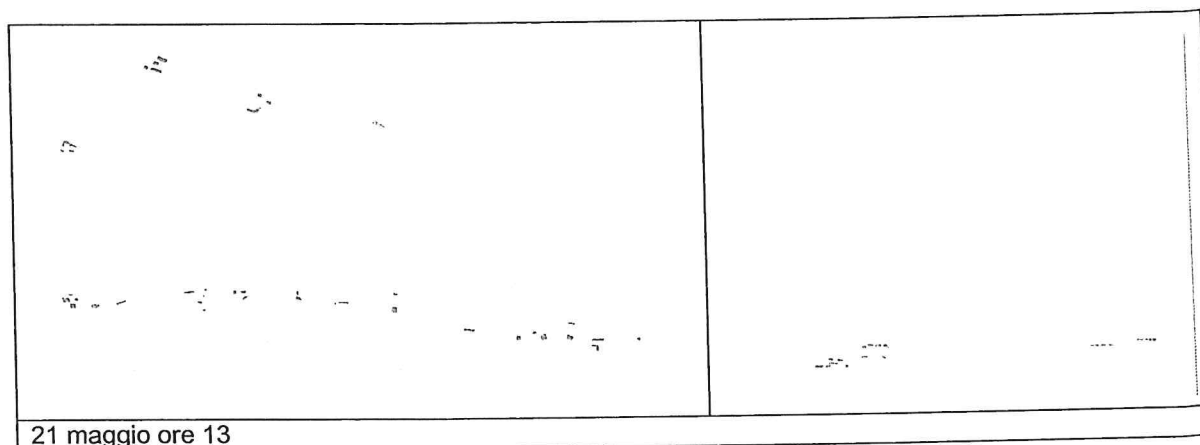
21 maggio ore 11



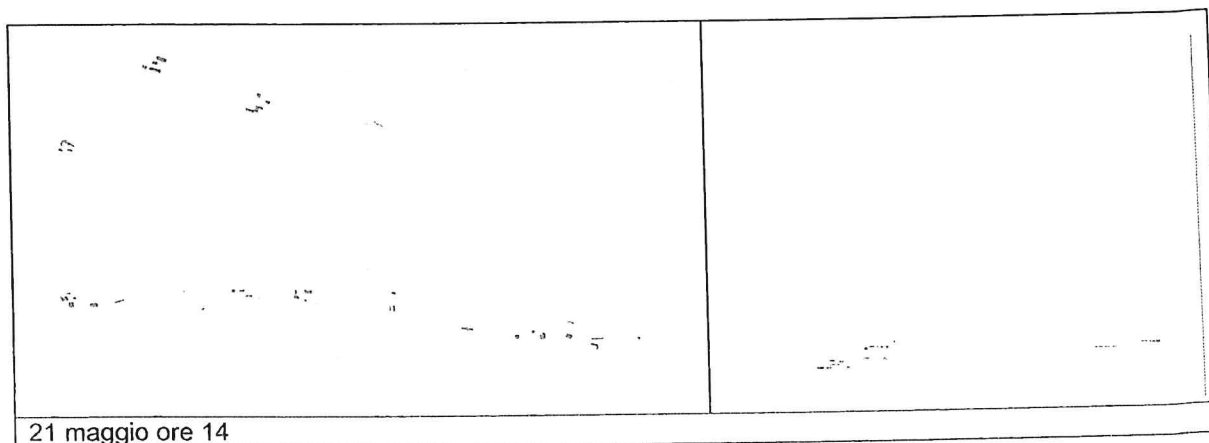
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 maggio ore 12



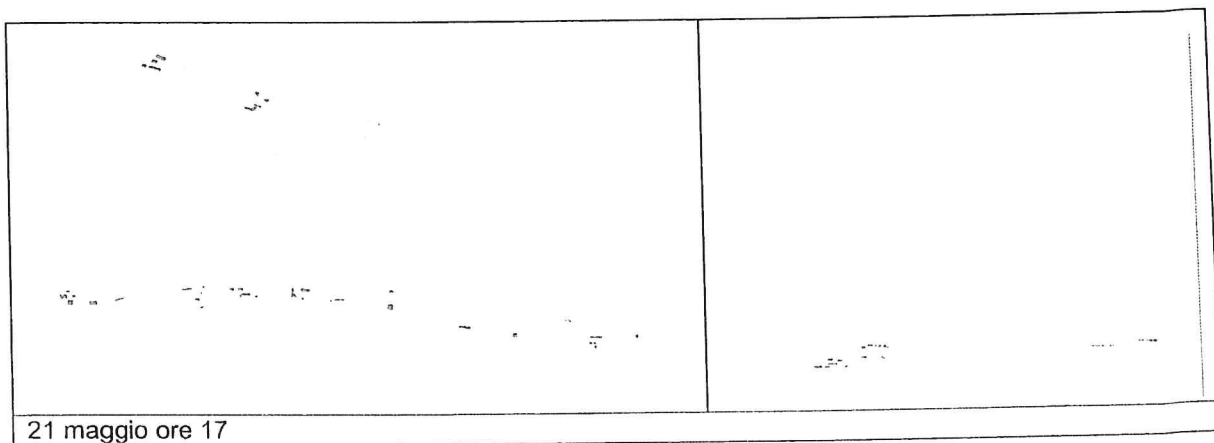
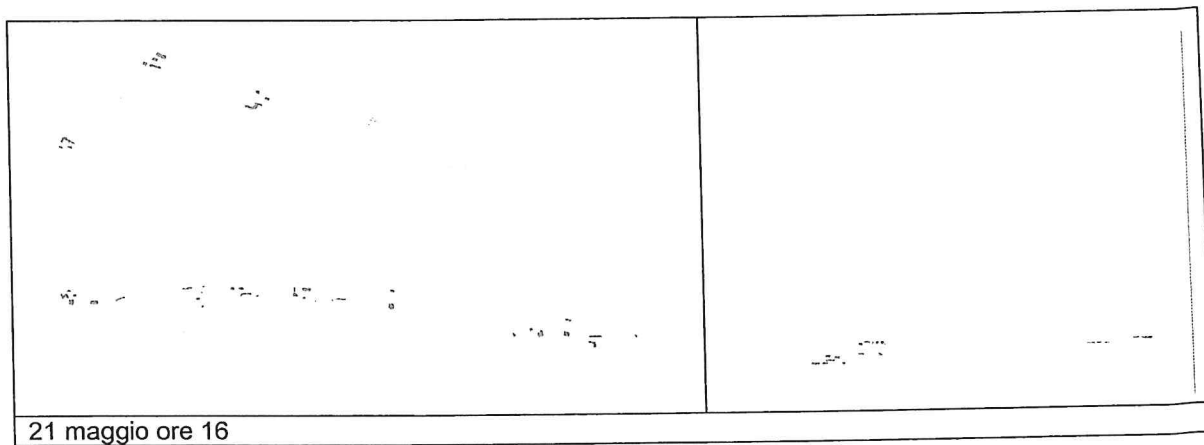
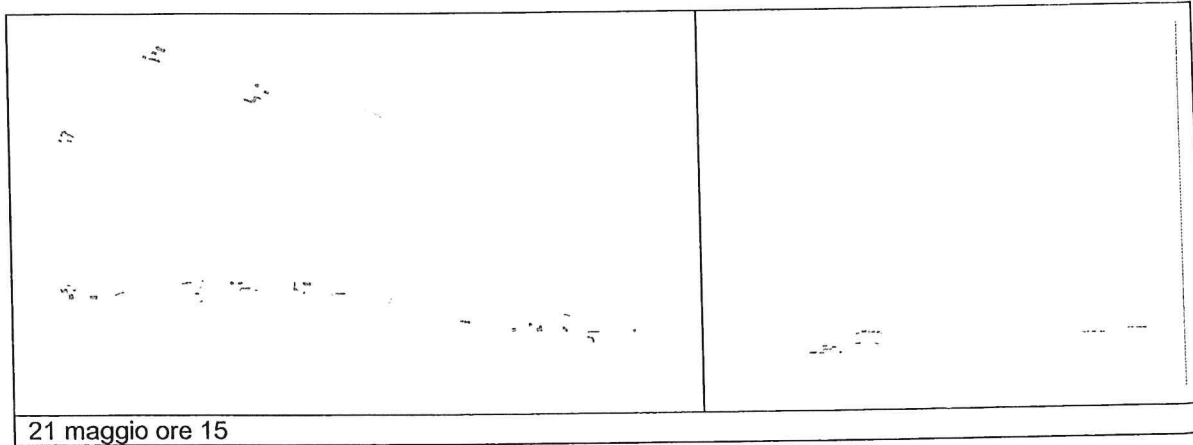
21 maggio ore 13



21 maggio ore 14

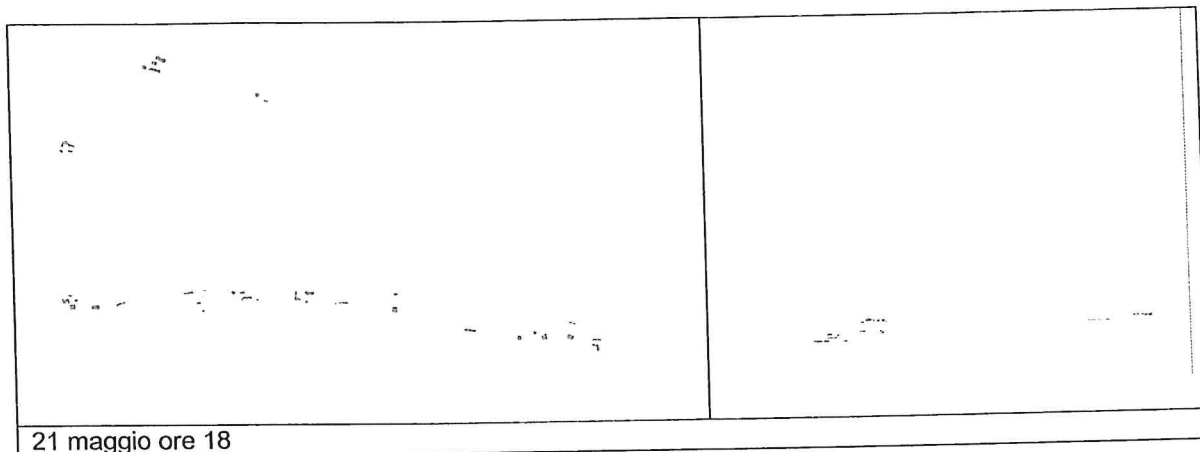


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

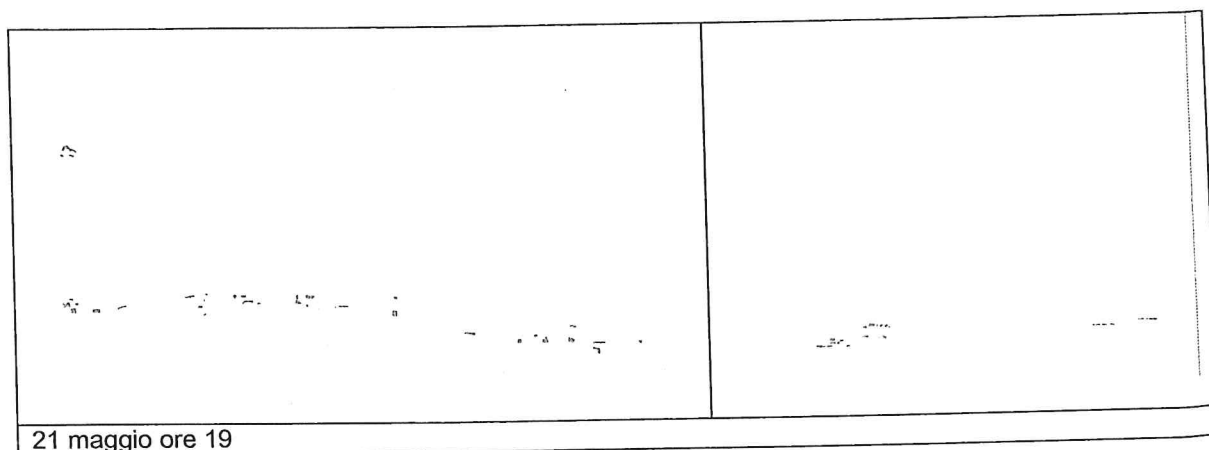




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 maggio ore 18

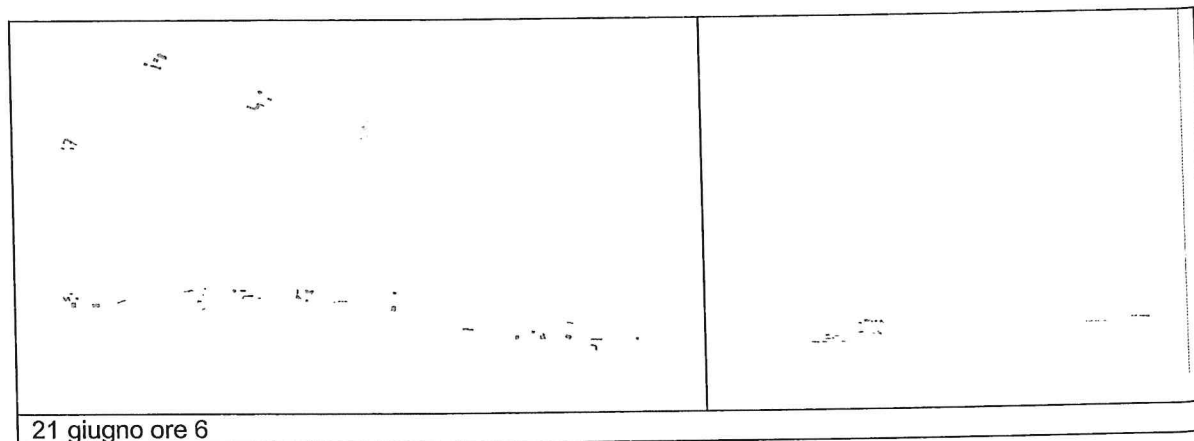


21 maggio ore 19

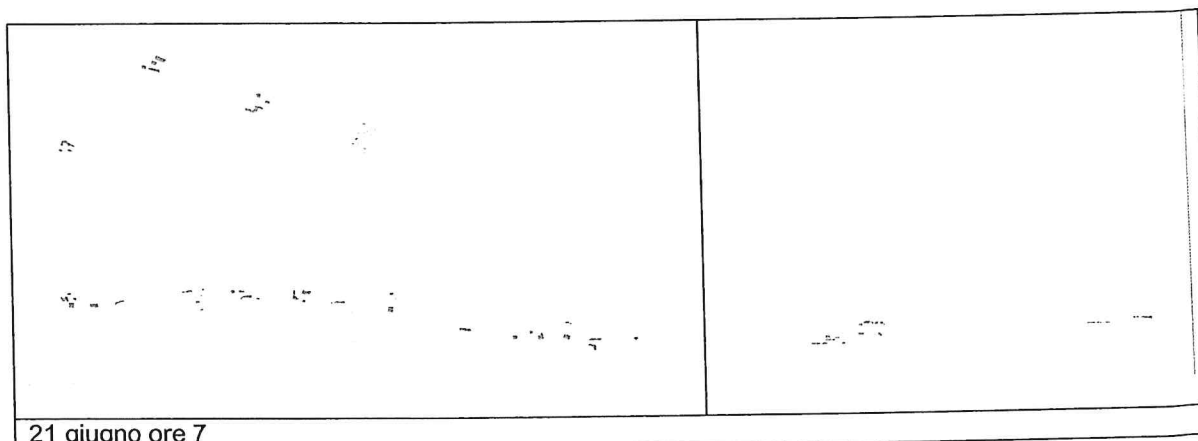


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

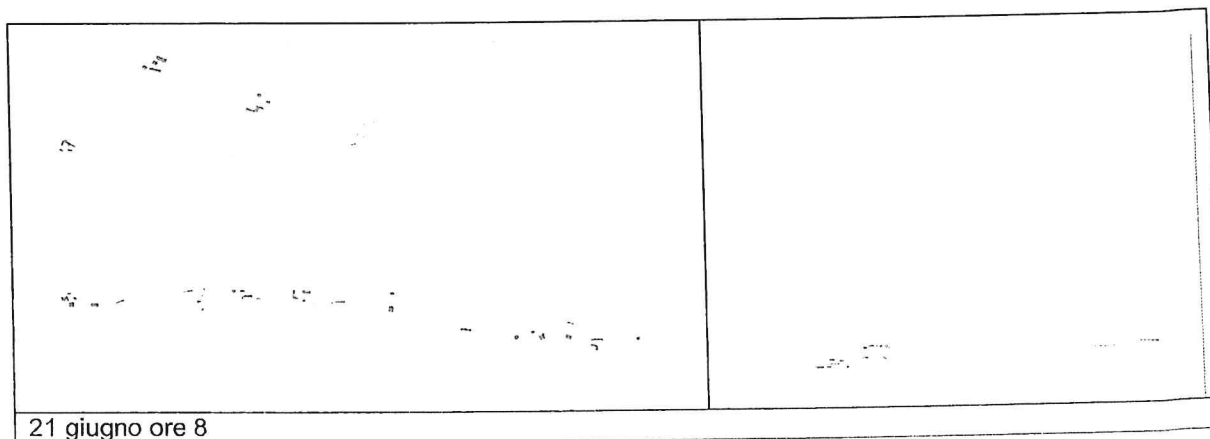
Mese di giugno



21 giugno ore 6



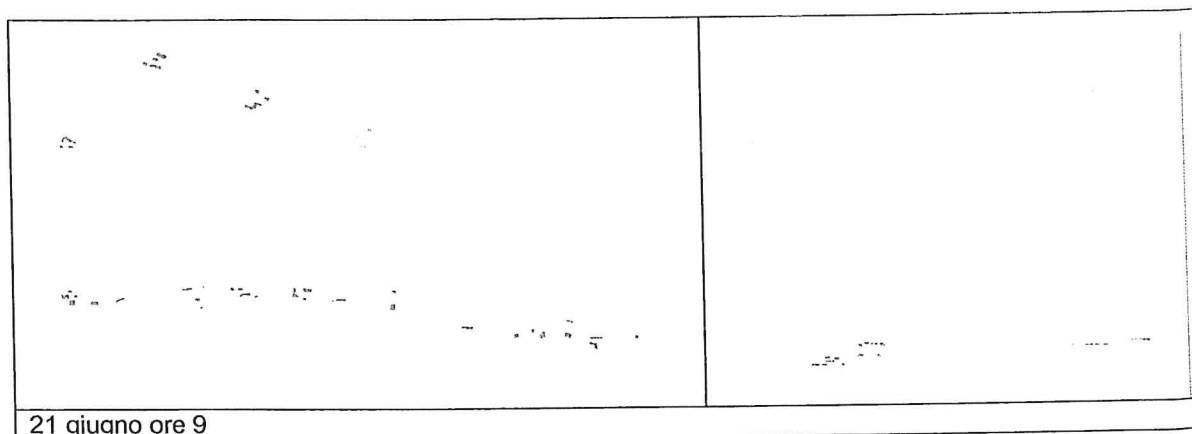
21 giugno ore 7



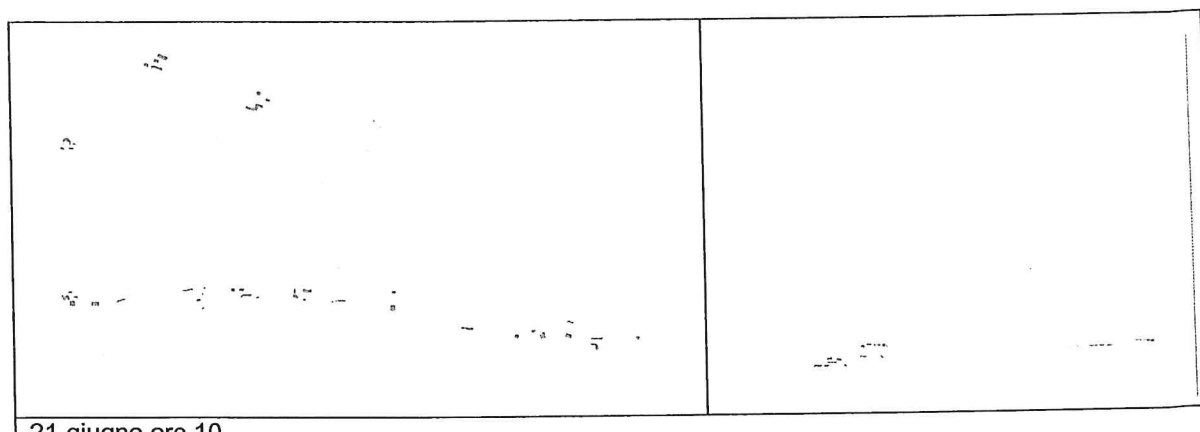
21 giugno ore 8



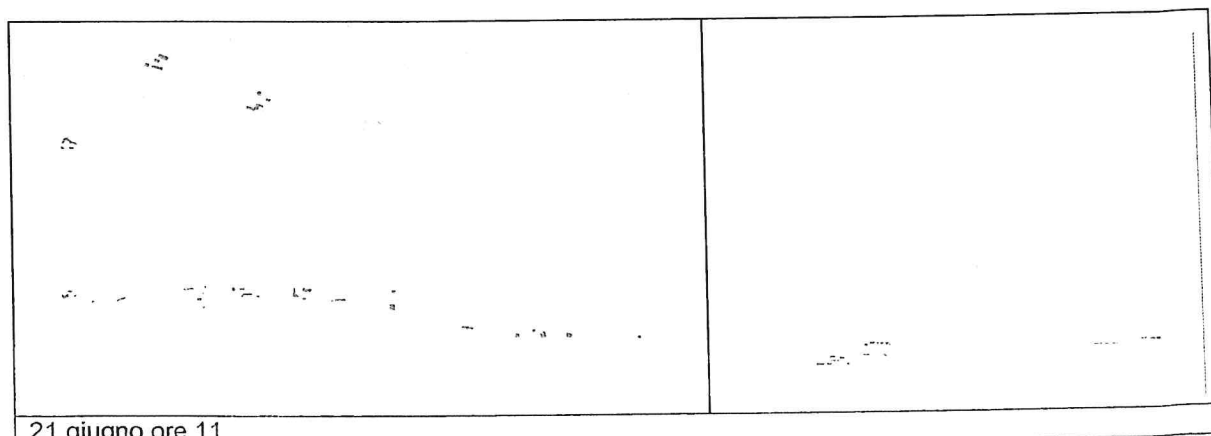
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 giugno ore 9



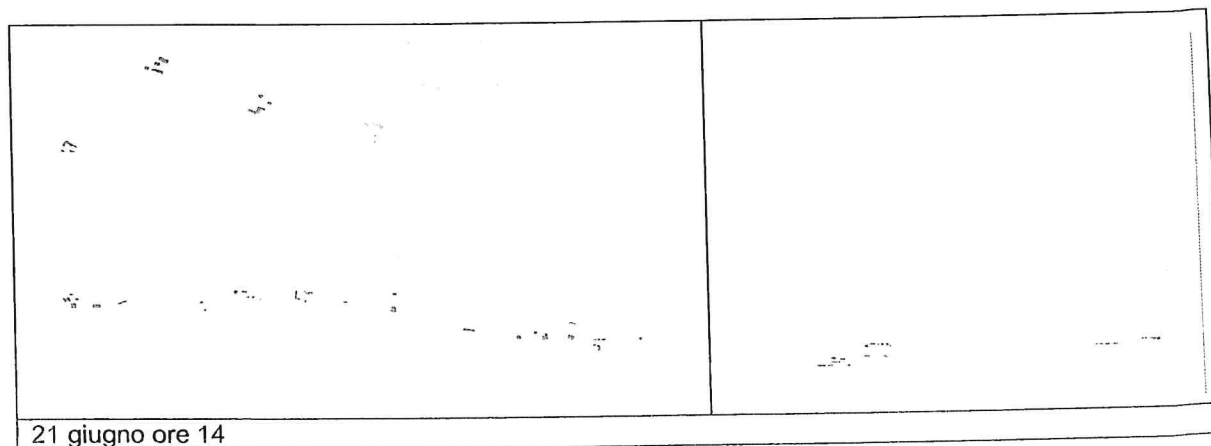
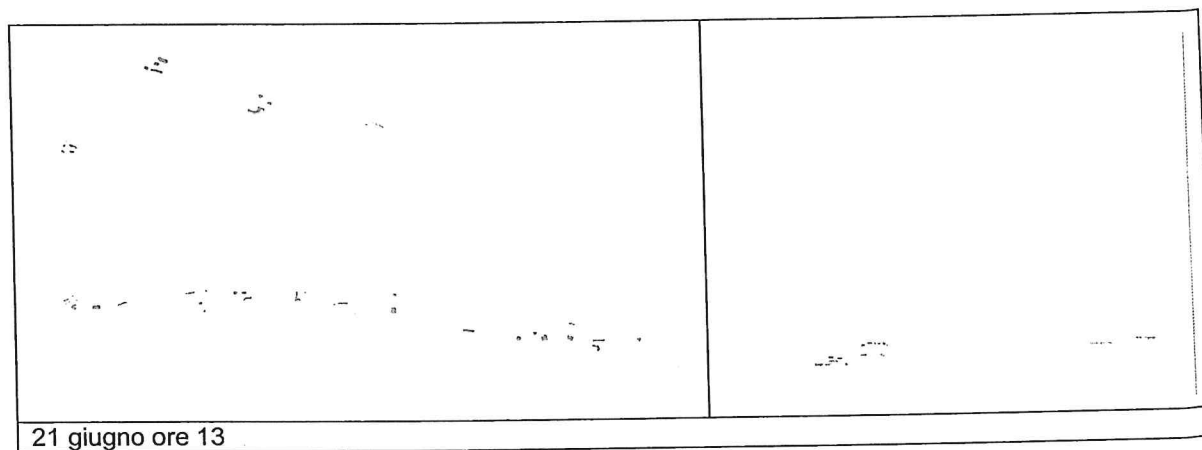
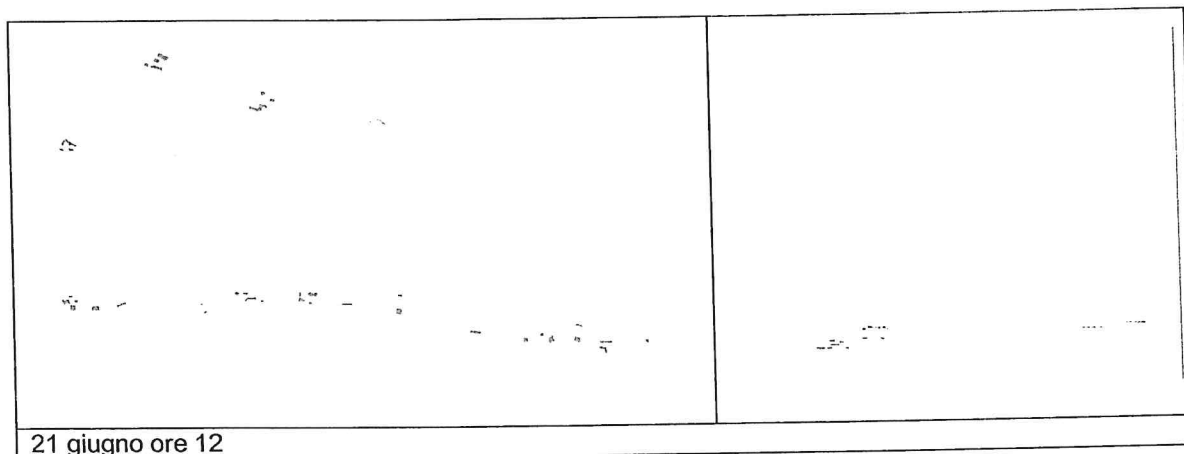
21 giugno ore 10



21 giugno ore 11

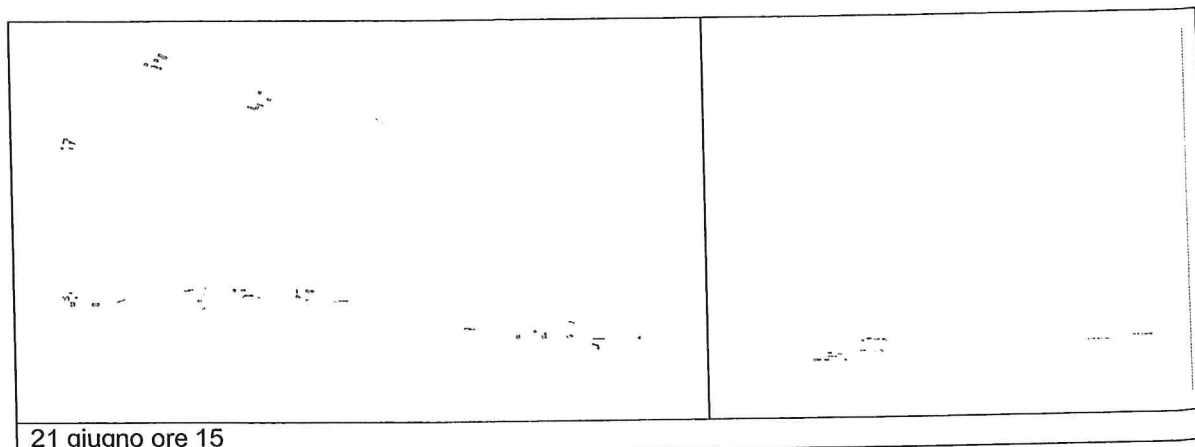


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

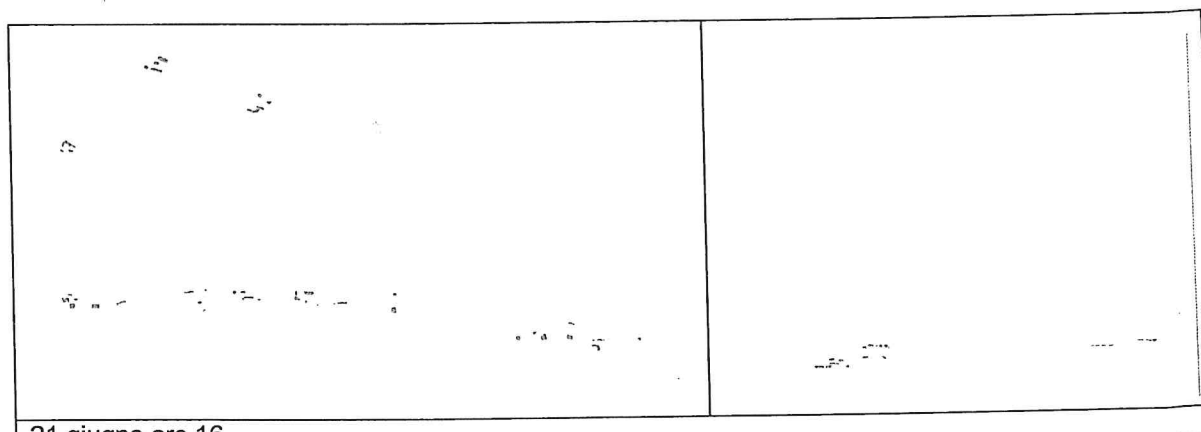




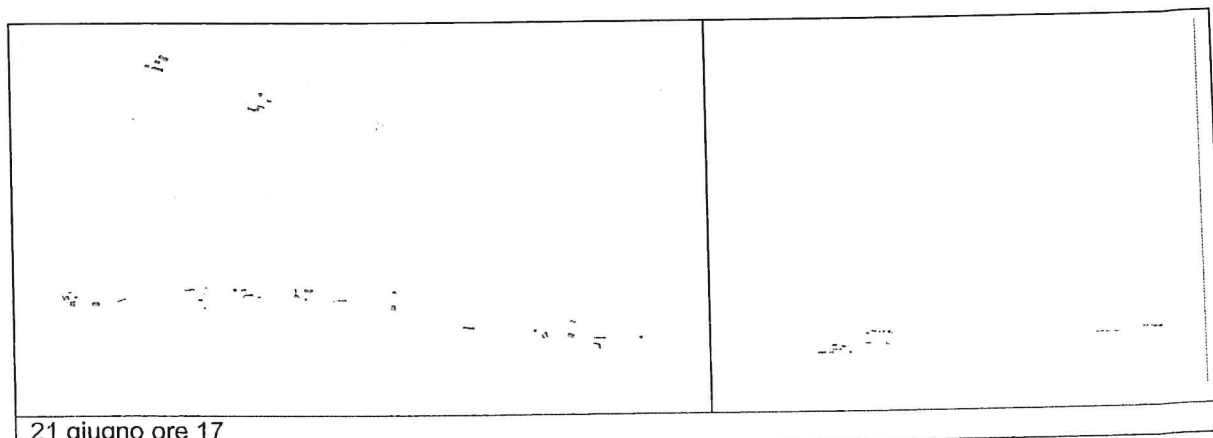
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 giugno ore 15



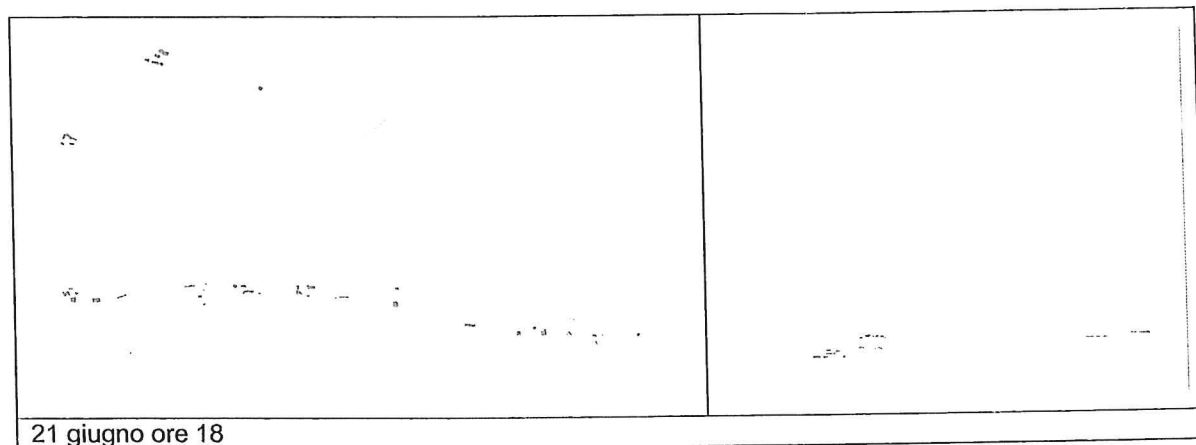
21 giugno ore 16



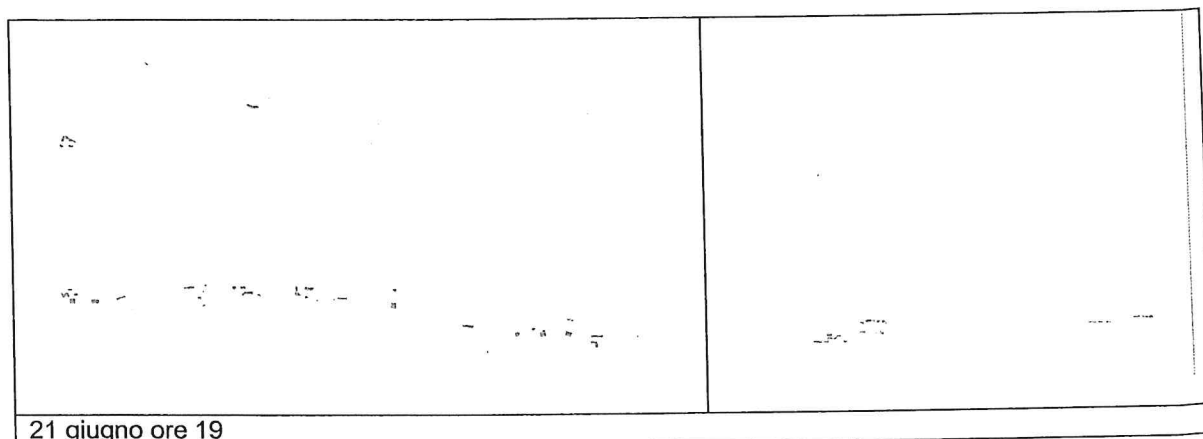
21 giugno ore 17



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 giugno ore 18



21 giugno ore 19



ALLEGATO B

Proiezione verticale (effettuata in senso longitudinale, vista da sud) del modello virtuale con indicazione dei raggi diretti e riflessi

21 dicembre ore 9	
21 dicembre ore 10	
21 dicembre ore 11	
21 dicembre ore 12	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 dicembre ore 13	
21 dicembre ore 14	
21 dicembre ore 15	
21 dicembre ore 16	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di gennaio

21 gennaio ore 9	
21 gennaio ore 10	
21 gennaio ore 11	
21 gennaio ore 12	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 gennaio ore 13	
21 gennaio ore 14	
21 gennaio ore 15	
21 gennaio ore 16	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di febbraio

21 febbraio ore 8	
----------------------	--

21 febbraio ore 9	
----------------------	--

21 febbraio ore 10	
-----------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 febbraio ore 11	
-----------------------	--

21 febbraio ore 12	
-----------------------	--

21 febbraio ore 13	
-----------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 febbraio ore 14	
21 febbraio ore 15	
21 febbraio ore 16	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 febbraio
ore 17

--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di marzo

21 marzo ore 8	
21 marzo ore 9	
21 marzo ore 10	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 marzo ore 11	
--------------------	--

21 marzo ore 12	
--------------------	--

21 marzo ore 13	
--------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 marzo ore 14	
21 marzo ore 15	
21 marzo ore 16	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 marzo
ore 17



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di aprile

21 aprile
ore 7

21 aprile
ore 8



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 aprile ore 9	
21 aprile ore 10	
21 aprile ore 11	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 aprile ore 12	
21 aprile ore 13	
21 aprile ore 14	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 aprile
ore 15

21 aprile
ore 16



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 aprile
ore 17

21 aprile
ore 18



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di maggio

21 maggio
ore 6

21 maggio
ore 7



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 8



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio ore 9	
--------------------	--

21 maggio ore 10	
---------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 11

21 maggio
ore 12



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 13

21 maggio
ore 14



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 15

21 maggio
ore 16



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 17

21 maggio
ore 18



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 maggio
ore 19



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di giugno

21 giugno ore 6	
--------------------	--

21 giugno ore 7	
--------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

<p>21 giugno ore 8</p>	
<p>21 giugno ore 9</p>	



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 giugno
ore 10

21 giugno
ore 11



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 giugno
ore 12

21 giugno
ore 13



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 giugno
ore 14

21 giugno
ore 15



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 giugno ore 16	
---------------------	--

21 giugno ore 17	
---------------------	--



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

21 giugno
ore 18

21 giugno
ore 19

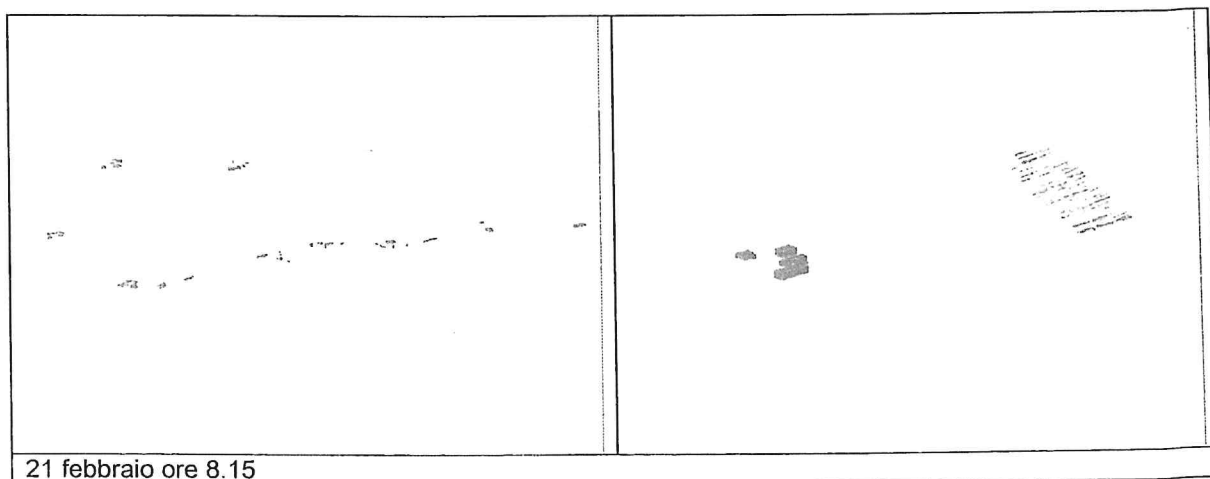
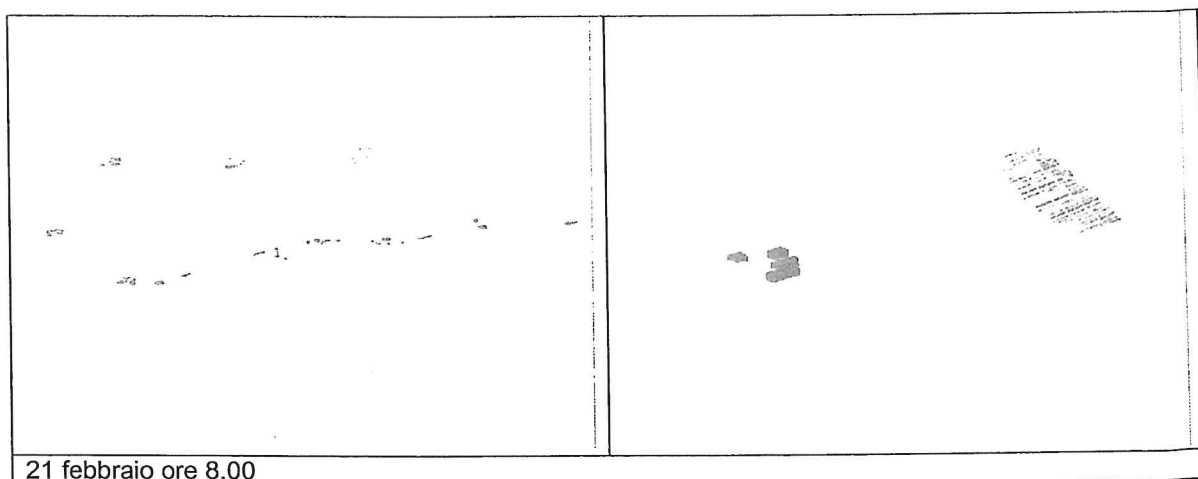


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

ALLEGATO C

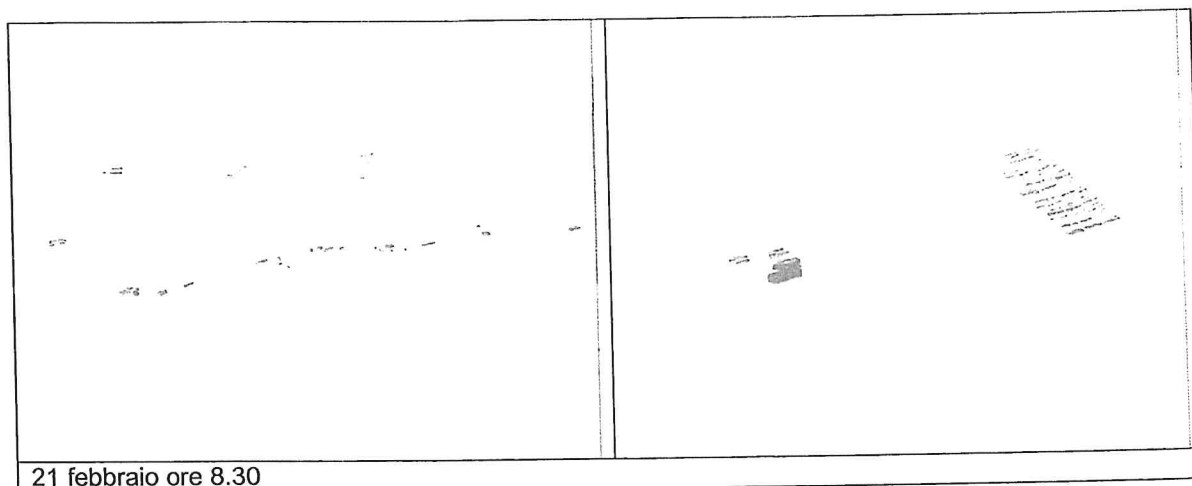
Viste prospettiche relative a condizioni di particolare criticità

Mese di febbraio (ore 8.00 – 9.00)

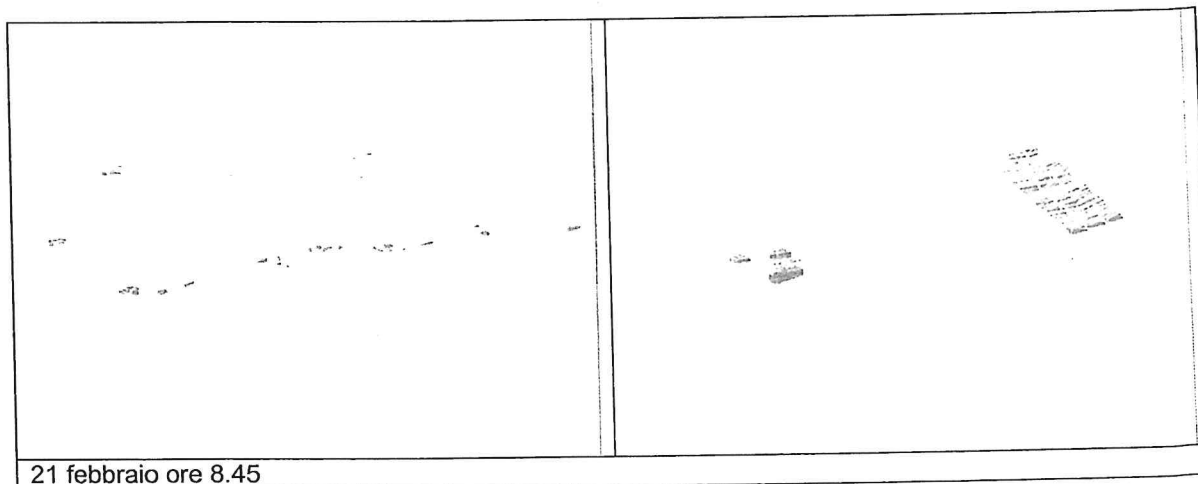




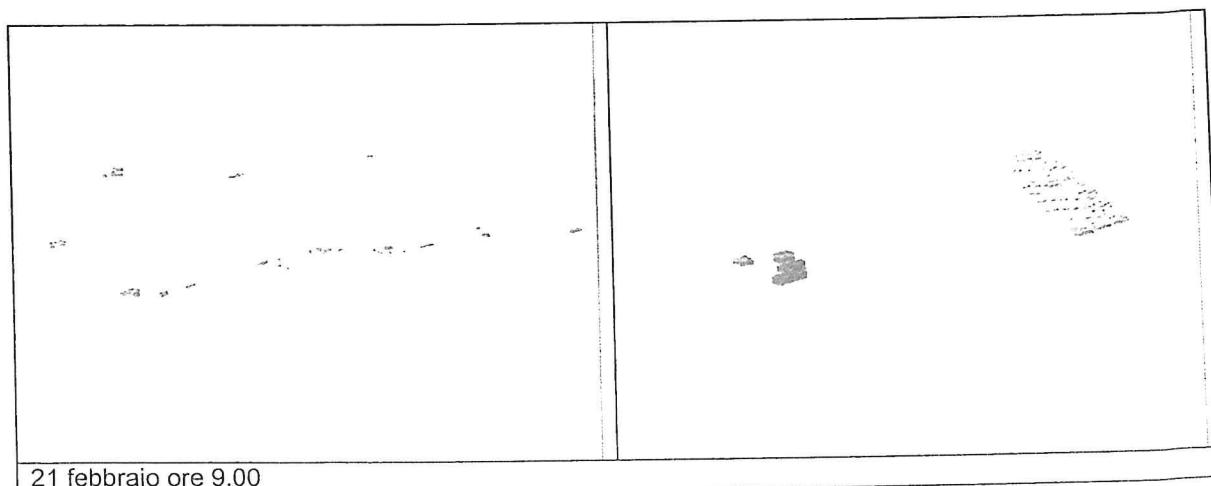
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 febbraio ore 8.30



21 febbraio ore 8.45

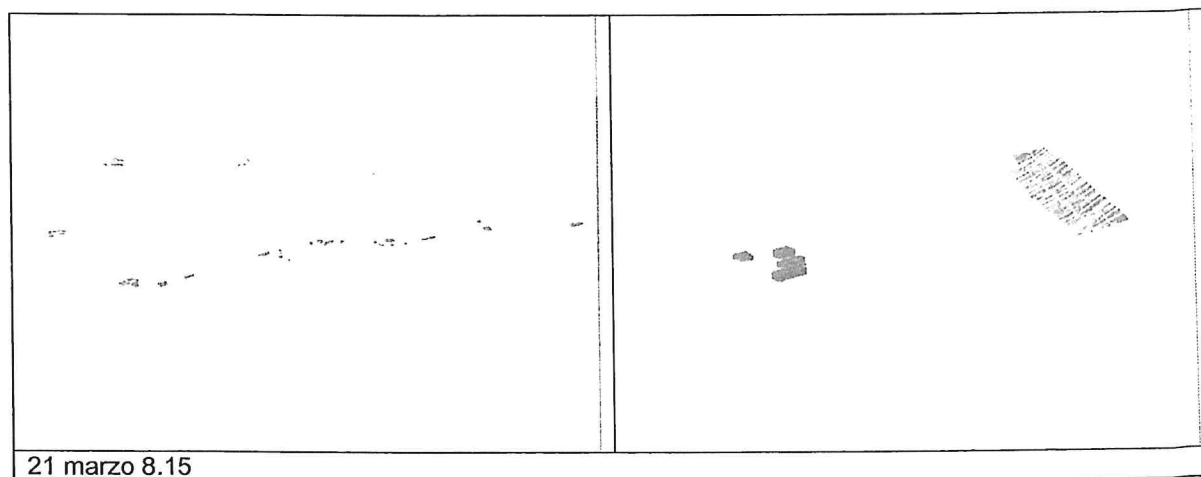
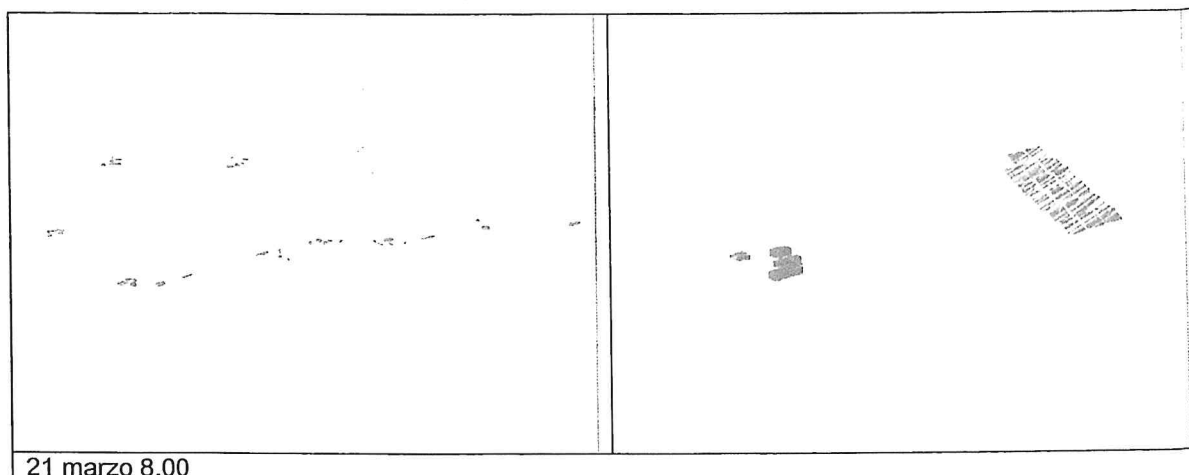


21 febbraio ore 9.00



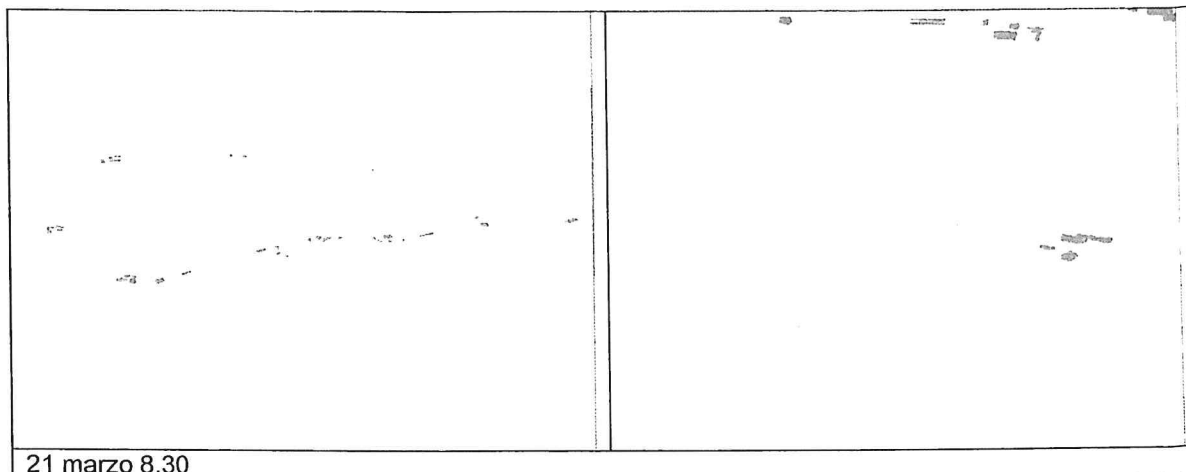
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali

Mese di marzo (ore 8.00 – 9.00)

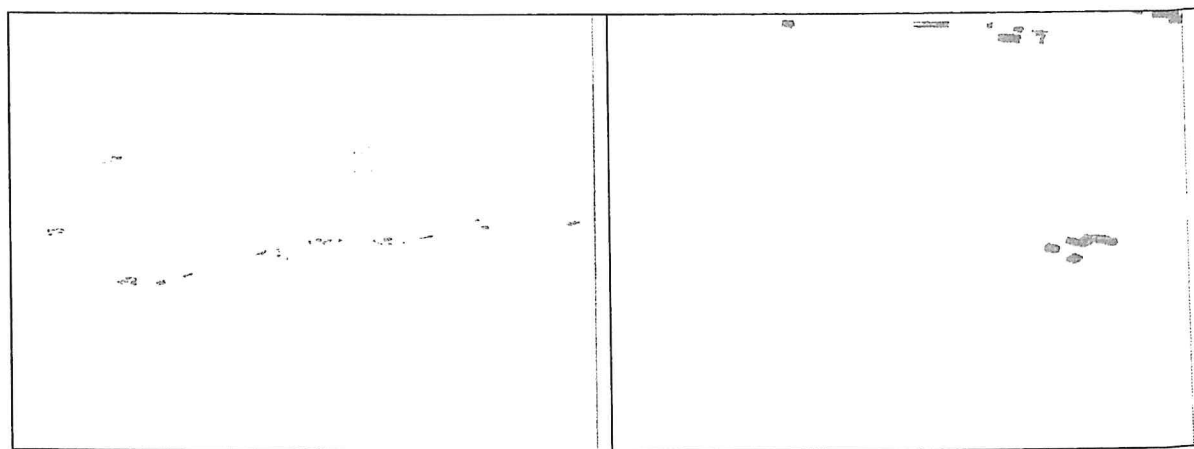




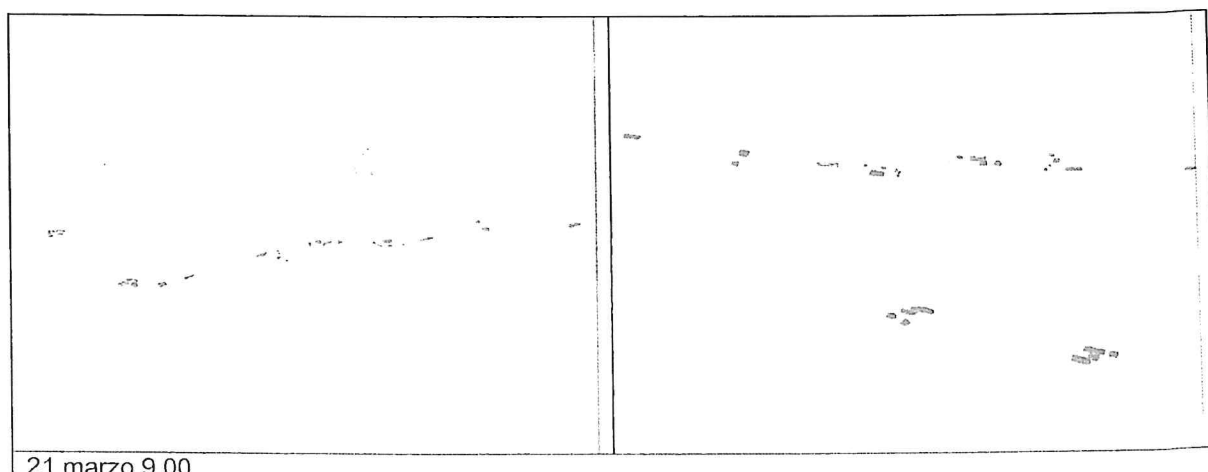
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia e Ingegneria
Agraria, Forestale e Ambientale
Sezione di Topografia e Costruzioni Rurali



21 marzo 8.30



21 marzo 8.45



21 marzo 9.00

