



REGIONE BASILICATA



**PARCO EOLICO SERRA GAGLIARDI**  
**GENZANO DI LUCANIA (PZ)**

# ELABORATO DI PROGETTO



2					
1					
0	14/01/2011	Ing. M.Martellucci	Ing. M.Martellucci	Ing. F. Di Chappari	
<b>Em./Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Red./Dis.</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Descrizione</b>

Redazione: **SKYWIND S.r.l.** via Marconi, 6, 04024 Gaeta (LT)

Titolo dell'allegato:

**Interferenze Astronomiche**



Pagine:

*1 di 11*

Doc.n°:

**A.18.**

Committente:



S.r.l. Via Marconi, 6  
04024 Gaeta (LT) ITALY

## **PARCO EOLICO "SERRA GAGLIARDI "**

**Verifica delle possibili interferenze con centri di osservazioni  
astronomiche**



## Sommario

1. Introduzione .....	3
2. Il Centro Astronomico di Toppo di Castelgrande.....	4
3. Il seeing: .....	5
3.1. Le scale di seeing .....	8
3.2. Le interferenze .....	9
4. limitazioni.....	9
5. Inquadramento area del parco eolico "Serra Gagliardi" .....	9



## 1. Introduzione

Con l'approvazione della legge L.R. n. 1 del 19 gennaio 2010 "Norme in materia di energia e Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR)", regolante, tra le altre, l'attività di realizzazione e inserimento di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica, è stato considerato per la prima volta il problema della possibile influenza che le centrali eoliche possono avere sulle attività dei centri di osservazione astronomica presenti sul territorio lucano.

La su citata legge regola tale aspetto all'art. 1.2.1.4 "Requisiti di sicurezza", lettera f) dell'Appendice A al PEAR: gli impianti eolici di grande generazione devono essere disposti sul territorio ad una "Distanza tale da non interferire con le attività dei centri di osservazioni astronomiche e di rilevazioni di dati spaziali, da verificare con specifico studio da allegare al progetto".

Sul territorio lucano è presente un solo centro di osservazione astronomica, nel Comune di Castelgrande, in provincia di Potenza; la stazione è stata denominata "Osservatorio Astronomico di Toppa di Castelgrande".

## 2. Il Centro Astronomico di Toppo di Castelgrande

L'Osservatorio Astronomico di Toppa di Castelgrande assume notevole importanza per la ricerca nel settore.

Il sito fu selezionato negli anni 70 da una commissione internazionale per le particolari caratteristiche del sito rispetto agli altri siti su suolo nazionale. La Stazione, all'avanguardia tecnologicamente e scientificamente, ospita un telescopio di nuova tecnologia da un 1.6m di apertura. I programmi scientifici sono selezionati da una commissione di esperti a livello internazionale. L'Osservatorio è dotato, inoltre, di strumentazione di punta (camera CCD per imaging, spettrografo a bassa, media ed alta risoluzione).

Su richiesta del Direttore della Stazione, sono state inserite prescrizioni nei confronti delle installazioni eoliche per quanto concerne l'influenza delle stesse sul degradamento dei risultati scientifici.

### 3. Il seeing:

In astronomia, con il termine **seeing** ci si riferisce all'effetto di sfocare apparente gli oggetti astronomici dovuti al contributo dell'atmosfera terrestre e dell'installazione. La perturbazione dell'immagine è dipendente dall'atmosfera e, specificatamente, da turbolenza di masse di aria calda a differente temperatura e/o umidità.

L'effetto del seeing può essere così illustrato:

si consideri un caso ideale, per cui la *sorgente* osservata sia *puntiforme*, ovvero unidimensionale, e le ottiche del rivelatore non incidano sulla qualità dell'immagine. In assenza di atmosfera il rivelatore osserverebbe la sorgente così com'è: puntiforme. In presenza di una massa d'aria, invece, l'immagine della sorgente risulterebbe avere un'estensione superficiale con una densità di fotoni che decrescerebbe dal centro dell'immagine della sorgente verso l'esterno.

Questo *effetto* di sparpagliamento dei fotoni si spiega osservando che un rivelatore, come un telescopio, ottiene l'immagine di un oggetto attraverso esposizioni (o pose) più o meno lunghe, che gli permettono di accumulare la luce proveniente dalla sorgente. Durante la posa non solo la luce passa attraverso un mezzo che la diffonde, ma l'indice di rifrazione degli strati del cono di atmosfera che si trova tra la sorgente puntiforme e la superficie del rivelatore cambia di frequente. Tali variazioni corrispondono ad un cambiamento dell'indice di rifrazione, che influisce sulla traiettoria dei raggi di

luce e, quindi, sui punti della superficie del rivelatore dove i raggi incideranno. Ai fini pratici, la turbolenza atmosferica mista a masse d'aria a differente temperatura e umidità ha l'effetto di spostare rapidamente (dell'ordine dei millisecondi) l'immagine della sorgente sul rivelatore. Lo sparpagliamento dell'immagine produce inesattezze nei dati scientifici. Quanto minore è il valore del seeing tanto migliori e concorrenziali sono i dati scientifici acquisiti.

Quanto l'immagine venga spostata dipende dalla turbolenza: più gli strati di atmosfera saranno turbolenti, maggiore sarà lo spostamento. Come sovente specificato la sola turbolenza non ha effetti negativi, ma questa mista a strati di aria a *differente* temperatura e umidità ha effetti che possono profondamente inficiare i risultati scientifici.

L'immagine finale della sorgente sarà data dalla somma di tutti i punti arrivati al rivelatore durante l'esposizione. La funzione che descrive come i vari raggi di luce si sono distribuiti sulla superficie del rivelatore (ovvero l'immagine finale) è detta *funzione di sparpag/iamento dei punti* (PSF, dall'inglese *Point Spread Function*). Tale distribuzione viene spesso rappresentata, per semplicità, con una funzione gaussiana. Esistono altre funzioni analitiche che possono riprodurre meglio la PSF reale delle sorgenti:

un esempio è dato dalla funzione di Moffatt (detta anche Moffattiana). La misura più comune del seeing è data dalla *larghezza piena a mezza altezza* (FWHM, dall'inglese *Full Width Half Maximum*) della PSF e viene espressa in secondi d'arco. La FWHM è un'utile punto di riferimento anche per comprendere la risoluzione angolare massima ottenibile con i telescopi: le migliori condizioni di seeing da terra permettono di avere una FWHM di circa 0,4 secondi d'arco e si ottengono solo in luoghi particolari e per poche notti all'anno.

Solitamente un seeing ottimale in osservatori internazionali a quote tra 2400 e 3000 m, oscilla tra 0.5 e 0.65. La maggior parte degli osservatori italiani, tranne per il sito di Castelgrande e di Pino torinese, il seeing oscilla da 2 a 3.

Nel sito di Castelgrande il seeing oscilla tra 0.5 e 0.85. E' quindi un sito eccellente per cui è stato scelto per importanti programmi di ricerca oltre che per lo sviluppo di strumentazione di punta che può essere utilizzata solo in condizioni di seeing particolarmente interessanti, quali appunto quelle che caratterizzano il sito di Toppo di Castelgrande.

In realtà, gli *effetti* del seeing sono molto più complessi:

- primo perché molti corpi celesti non sono puntiformi ma hanno una estensione intrinseca osservabile con i telescopi (ad esempio i pianeti, le galassie, le stelle molto vicine) mentre solo le stelle lontane ed i quasar possono essere approssimati a sorgenti puntiformi. Nel caso di sorgenti estese l'immagine osservata è data dalla convoluzione del profilo di luminosità dell'oggetto con la PSF.
- Un'altra complicazione è data dal fatto che si devono prendere in considerazione anche gli effetti di disturbo strumentali che degradano l'immagine come ad esempio, l'errore del telescopio nell'inseguire un oggetto celeste, lo sfocamento e il seeing dovuto all'edificio.

La stazione astronomica di Toppo di Castelgrande presenta però alcune peculiarità:

Chi ha progettato e costruito la stazione, il telescopio e gli strumenti ha grande esperienza tecnico/scientifica nei confronti di questo fenomeno, avendo effettuato la campagna di seeing per molti istituti scientifici internazionali come l'IAC (Istituto de Astrofisica de Canarias) per la realizzazione del Telescopio Nazionale Galileo da 3.6m (TNG), per il telescopio spagnolo GranTeCAN da

11m, per il VLT (Very Large Telescope) ESO Cile. La strumentazione installata al Toppo di Castelgrande così come la struttura ospitante degradano il seeing effettivo al massimo di 0.1 *arcsec*, migliore risultato a livello internazionale. La

qualità del tracking del telescopio, la qualità ottica dello stesso degradano il valore del seeing di 0.03 arcsec.

Per cui il valore del seeing locale dipende esclusivamente dalle condizioni di turbolenza delle masse d'aria a differente temperatura e umidità. Le pale eoliche sono la causa peggiore di degradazione in quanto miscelano gli strati più bassi di aria umida a quelli meno umidi superiori solitamente a temperatura anche differente. La scelta del sito di Toppa di Castelgrande è stata effettuata attraverso uno studio durato ben 15 anni effettuato sia da una commissione internazionale che ha valutato tutti i possibili siti sul suolo nazionale, che verificato e confermato dal Prof. Dario Mancini con una campagna di seeing durata due anni prima della realizzazione della struttura scientifica che ha posto vincoli sia riguardo all'inquinamento luminoso che a quello "termico" e quindi relativo al seeing. Tutto ciò in quanto la stazione astronomica di Tappo di Castelgrande opera scientificamente a livello internazionale e su programmi nei quali si rilevano differenze di magnitudine dell'ordine del millesimo con rapporti segnale/disturba elevati. L'attuale installazione di spettrografi anche ad alta risoluzione fa sì che le condizioni sia del cielo che delle vibrazioni debbano essere assolutamente perfette.

### *3.1. Le scale di seeing*

Le due scale per i "valori di Seeing" più adottate sono la Scala di Antoniadi, valida soprattutto per l'osservazione planetaria e la Scala di Pickering, valida in modo particolare per l'osservazione delle stelle doppie e di tutte le sorgenti cosiddette "puntiformi".

La scala di Antoniadi giudica il seeing secondo 5 gradi, con avanzamento peggiorativo del seeing nella numerazione:

(I) - Seeing perfetto

- (II) - seeing buono
- (III) - seeing di condizioni medie
- (IV) - seeing insufficiente
- (V) - Seeing pessimo.

La stazione di Toppa di Castelgrande è inserita in un'area di seeing perfetto.

### *3.2. Le interferenze*

Le pale del rotore di un aerogeneratore, girando a velocità relativamente elevata, sono causa della nascita di turbolenze localizzate.

Tali turbolenze hanno direzione ed intensità variabile e causano il deprezzamento del seeing, parametro fondamentale dei centri di osservazione. La causa del problema è da ricercare soprattutto nel rimescolamento delle masse d'aria a diversa temperatura, inizialmente stabili al livello del suolo, che comporta fenomeni di rifrazione differenziale di entità non accettabile per le moderne tecniche di osservazione astronomica.

## 4. limitazioni

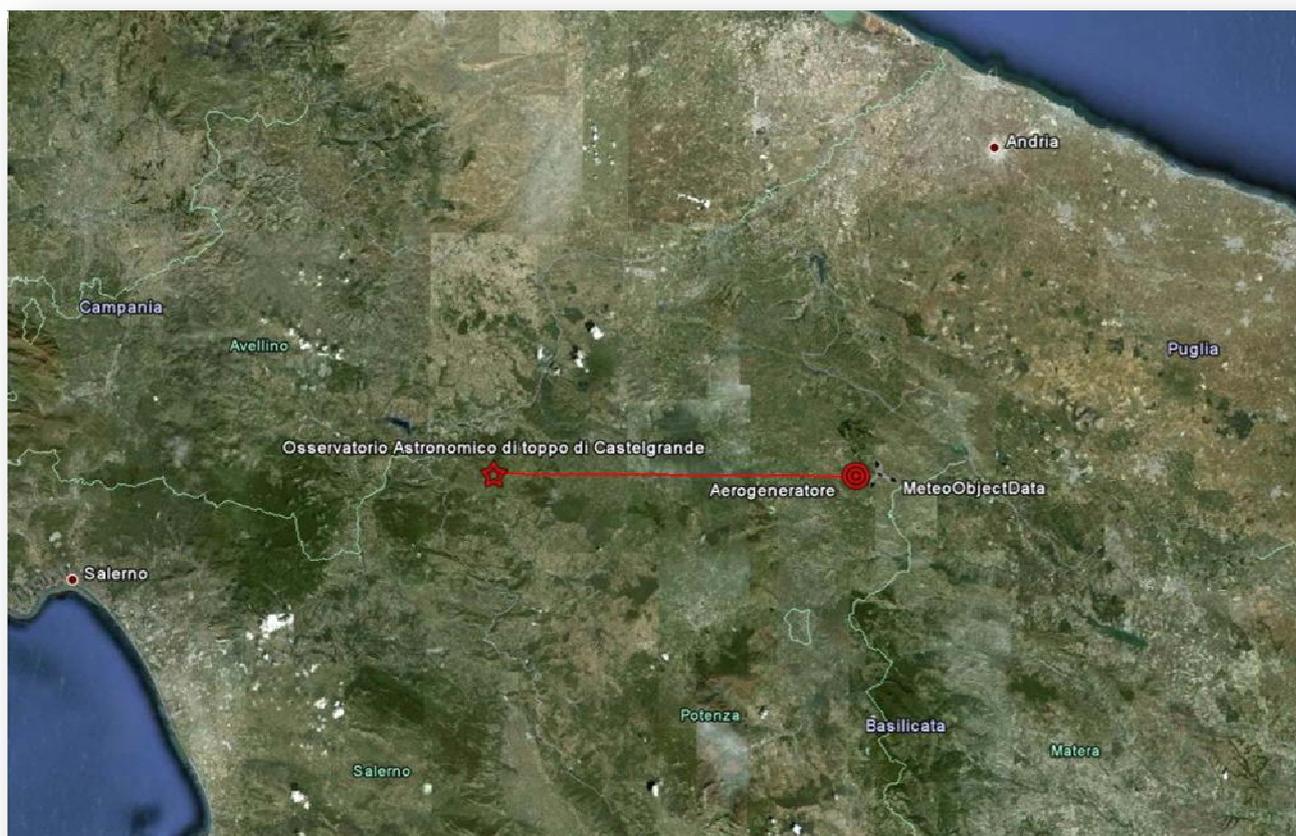
Il Prof. Dario Mancini che ha curato la progettazione e realizzazione della stazione ha anche determinato limiti riportati in allegato, rilevando una distanza minima degli impianti eolici dalla Stazione, tale da non influenzare le attività del Centro, pari a 5 km in linea diaria, ed una quota d'installazione massima di 1.000 m in un raggio di 10 km dalla stessa.

## 5. Inquadramento area del parco eolico "Serra Gagliardi"

L'area del parco eolico, ricade nel Comune di Genzano di Lucania (PZ). Il

Sito, per mezzo del suo aerogeneratore più vicino, dista circa 50,2 km dall'osservatorio astronomico di Castelgrande di Toppa, per cui il parco eolico è notevolmente lontano rispetto ai limiti minimi imposti dalla FOAC.

Di seguito è proposta un'immagine riepilogativa della situazione (Figura 1).



**Figura 1 - Distanza tra il sito d'impianto e l'osservatorio astronomico**

Il sito scelto nel Comune di Genzano di Lucania (PZ) si pone ad una quota media di ca. 375 m sul livello del mare, peraltro molto più in basso rispetto alla quota della Stazione di osservazione (ca. 1250 m s.l.m.). La zona è sub pianeggiante, caratterizzata da deboli pendenze del terreno. La vegetazione è molto rada ed ad una distanza di oltre 2000 m dall'impianto, possiamo trovare boschi di querceti mesofili e meso-termofili, come si evince dallo stralcio della cartografia forestale seguente (Figura 2).

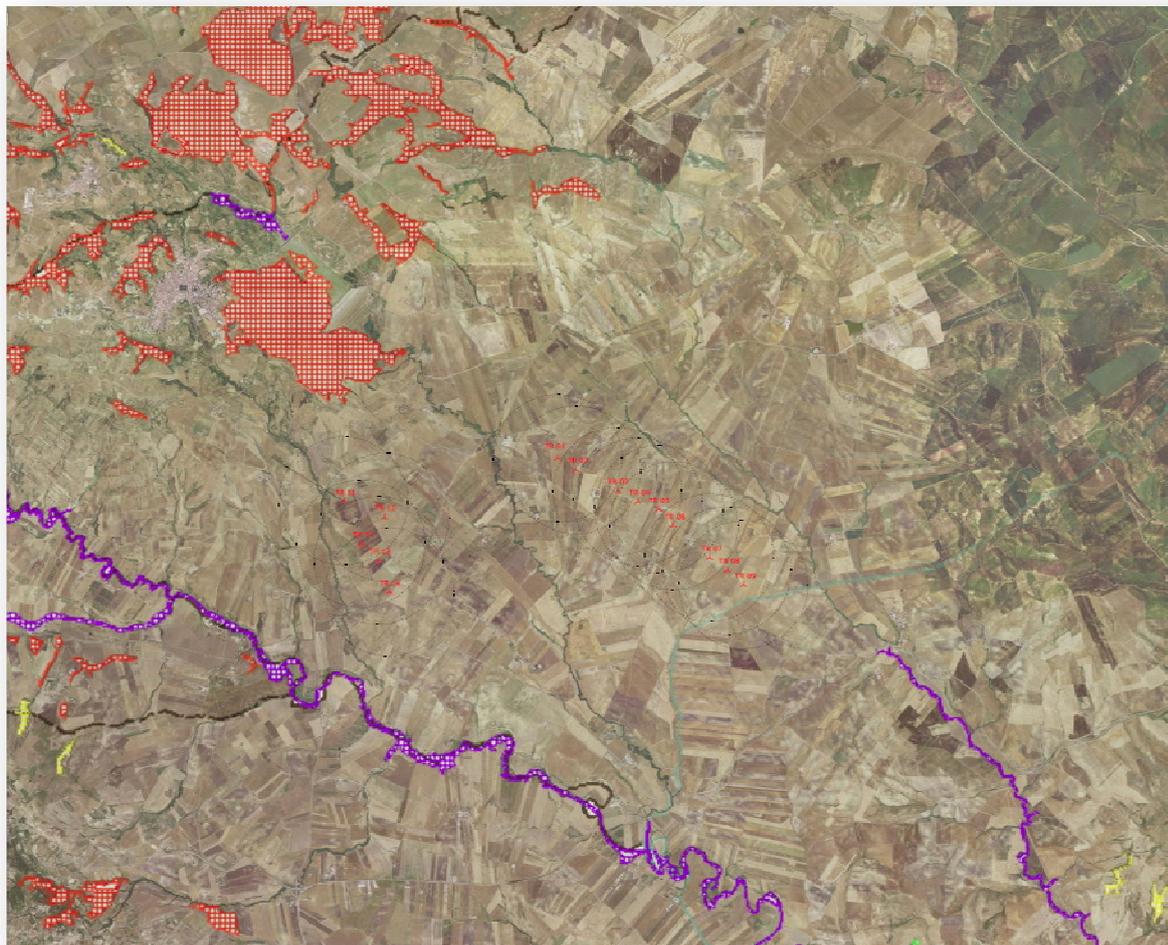


Figura 2 - Carta forestale della zona d'impianto

Legenda	
	Querceti Mesofili e Meso-Termofili
	Boschi di Pini Mediterranei
	Arbustei Termofili
	Plantagioni da legno
	Formazioni Igrofile
	Aerogeneratore