



Progettazione delle infrastrutture elettriche con focus su produzione e distribuzione presso l'Aeroporto Leonardo Da Vinci a Fiumicino (RM)

Seminario

***La produzione di energia e la decarbonizzazione:
impianti fotovoltaici e solar farm***

Emanuele Zennaro



Indice degli argomenti:

- OBIETTIVI DELLE INIZIATIVE «SOLAR FARM»
- METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE
- INQUADRAMENTO GENERALE
- LOTTI PROGETTUALI-PANORAMICA
- SOLAR FARM DI PISTA 3
- SOLAR FARM DI PISTA 1 - LOTTO L1A
- SOLAR FARM DI PISTA 1 E 2 - LOTTO L2
- FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA
- SOLAR FARM DI CIAMPINO
- PROGETTI MINORI
- STUDI DI ABBAGLIAMENTO
- STUDIO JET BLAST PANNELLI FOTOVOLTAICI
- FASI E TEMPI DI ESECUZIONE
- ANALISI DI PRODUCIBILITA'
- CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI
- CONCLUSIONI
- QUESITI



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

- Analisi dei siti di installazione delle solar farm
- Permitting
- Rilievi ed indagini
- GPR e nuvole di punti
- Modellazione BIM
- Progettazione di fattibilità tecnico-economica ed esecutiva. Elenco elaborati
- Validazione di un organismo notificato
- Approvazione ENAC



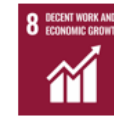
METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Obiettivi indicati nel piano di sostenibilità

PEOPLE



- People care strategy
- Strategie di inclusione delle comunità e degli stakeholder
- Centralità del passeggero: eccellenza operativa e qualità dei servizi e accessibilità



ENVIRONMENT



- Lotta al climate change: uso energie rinnovabili e carburanti alternativi, leadership promozione decarbonizzazione settore
- Iniziative di economia circolare
- Riduzione consumi acqua potabile
- Tutela della biodiversità



DEVELOPMENT



- Sviluppo infrastrutture sostenibili
- Finanza sostenibile
- Catena del valore sostenibile
- Ecosistema innovazione e partnership con *Champions* industria italiana



Ci impegniamo per abilitare lo sviluppo sostenibile del settore del trasporto aereo, concentrandoci sulla mitigazione degli impatti e sulla riduzione delle emissioni climalteranti. Abbiamo l'obiettivo di raggiungere il Net Zero delle emissioni di CO₂ sotto il nostro diretto controllo entro il 2030 grazie alle seguenti principali iniziative: **realizzazione di impianti fotovoltaici**, acquisto di energia rinnovabile, elettrificazione delle flotte e uso di biocarburanti.

Fonte: Intranet ADR: adr.it/sostenibilità



OBIETTIVI DELLE INIZIATIVE «SOLAR FARM»

Le iniziative hanno l'obiettivo di potenziare l'autonomia energetica dell'aeroporto mediante la produzione di energia da fonti rinnovabili.

l'intervento contribuisce al piano di decarbonizzazione e sostenibilità ambientale previsto da ADR. i progetti conseguenti sono il risultato del piano di sostenibilità.

Nell'immagine seguente si riporta la localizzazione degli impianti realizzati e previsti.

In totale all'aeroporto FCO sono previsti impianti fotovoltaici per una potenza complessiva di 56,2 MWp. L'impianto più grande è quello realizzato nei pressi della pista 3. E' inserito nella rete elettrica denominata «Cargo», come anche l'impianto fotovoltaico installato sulle pensiline del parcheggio lunga sosta. Mentre le solar farm di pista 1 e 2 sono inserite nella rete elettrica «Normale».

Il piano di sviluppo prevede anche la realizzazione di impianti di energy storage finalizzati alla massimizzazione dell'autoconsumo di energia prodotta per un totale in termini di potenza di 45 MW.

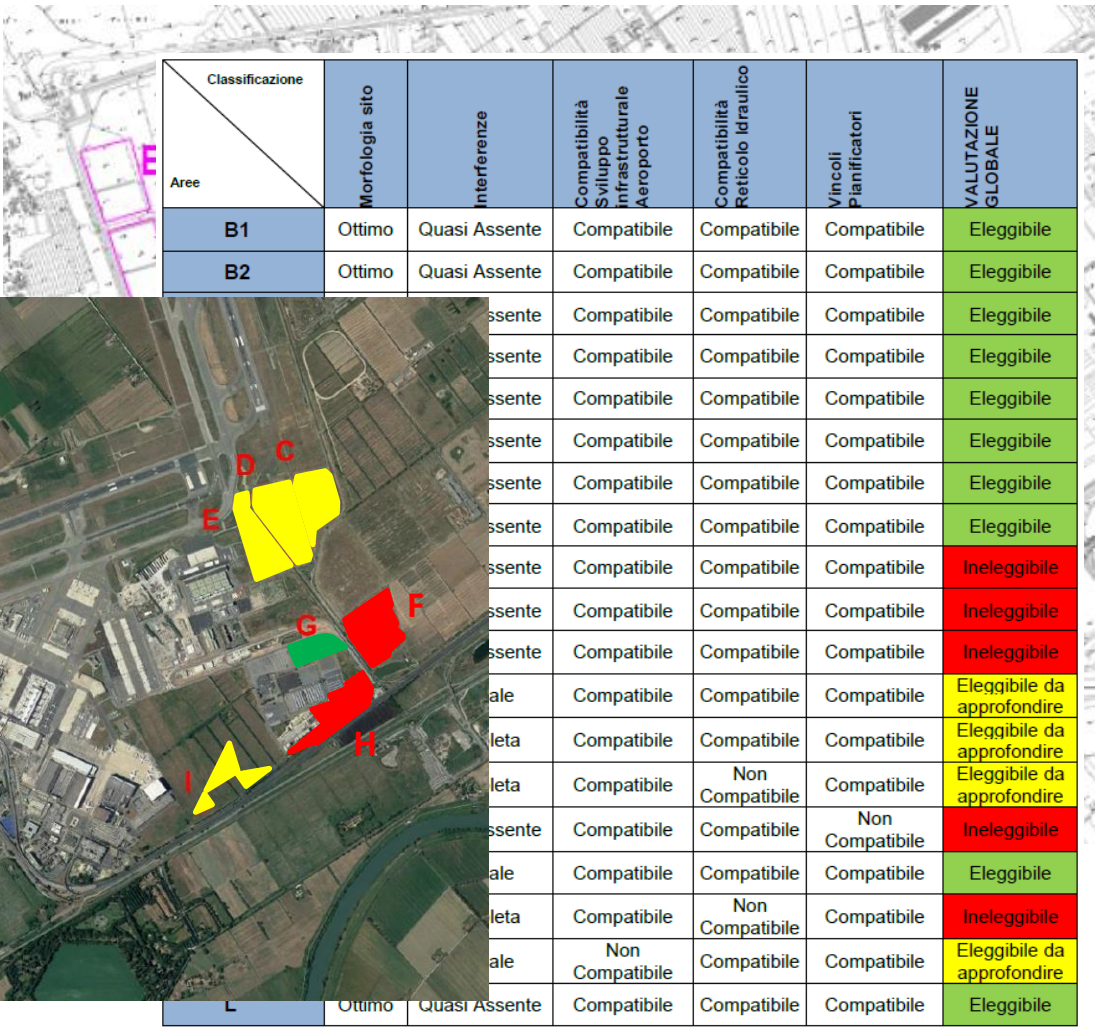




METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Analisi dei siti di installazione delle Solar Farm

ADR ha sviluppato con la Società Green & Green nel 2021 uno studio di fattibilità con lo scopo di individuare le aree idonee alla realizzazione di un campo fotovoltaico.



Fonte: Presentazione ADR Ingegneria del 28.09.2022



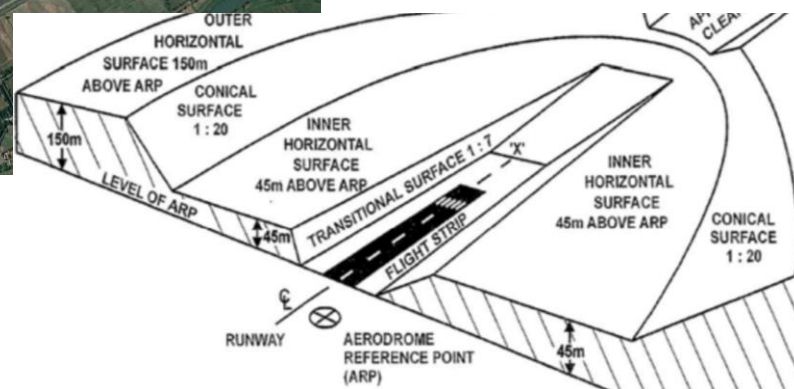
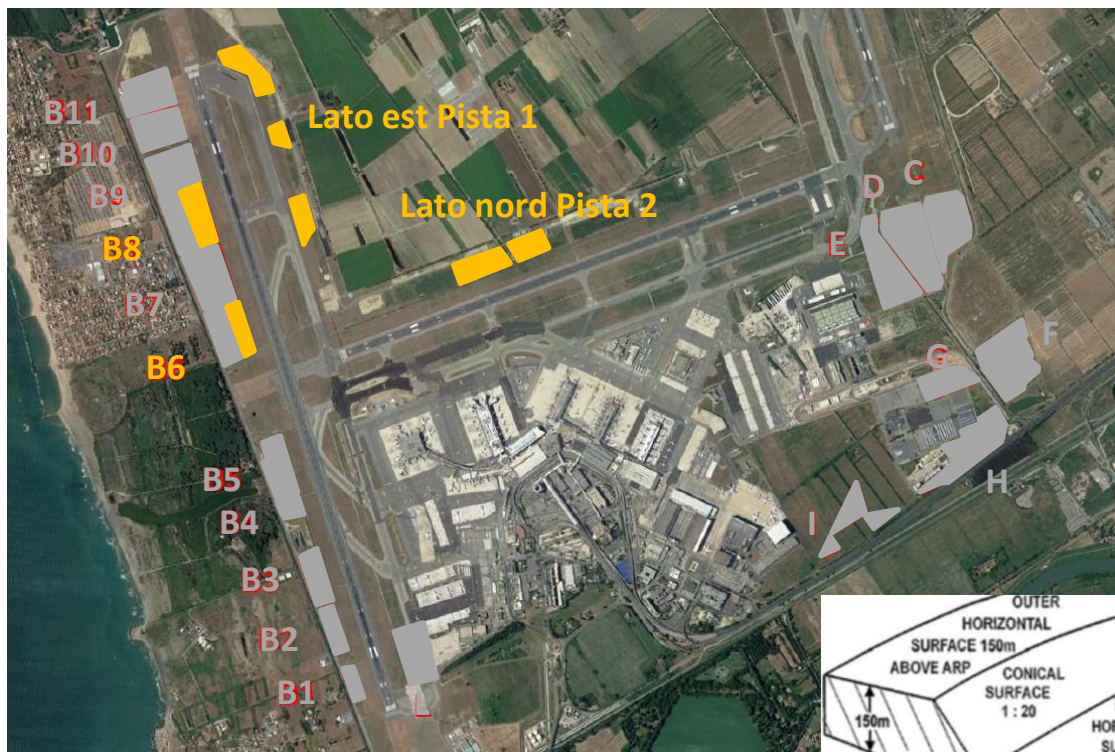
Emanuele Zennaro



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Analisi dei siti di installazione delle Solar Farm

ADR integra lo studio con altre aree, in particolare il lato est di Pista 1 ed il lato nord di Pista 2. Dal momento che trattasi di aree adiacenti alle Runway Strip, fu eseguito uno studio delle interferenze con le superfici di transizione di pista.



Fonte: Presentazione ADR Ingegneria del 28.09.2022

Emanuele Zennaro



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Permitting

ADR eseguì indagini topografiche, geognostiche ed ambientali per l'istituzione delle domande di autorizzazione alla costruzione ed esercizio presso gli enti preposti. In particolare:

Solar Farm di Pista 3

- Validazione ASCERT n.2071_22 del 19/04/2022 del Progetto Definitivo;
- Approvazione ENAC prot. n. ENAC-PROT-05/07/2022-0082424-P del Progetto Definitivo;
- Autorizzazione Unica di Città Metropolitane di ROMA CAPITALE prot. n. CMR-2022-0201178 del 22-12-2022;
- Valutazione Impianto FV da parte di ENAV prot. n. ENAV\U\0053021\27-04-2021\OPS/OC/DSA/AND;
- Valutazione Interferenze Cantiere da parte di ENAV prot. n.ENAV\U\0141291\11-11- 2022\OPS/OC/DSA/AND;
- Risk Assessments ADR;
- Offerta Tecnica di gara RTI Circet Italia SpA, ENEL X ITALIA Srl.

Fonte: Documento di progetto P024T PE DG GEN R RIG 0002-1



Emanuele Zennaro



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Rilievi ed indagini

ADR ha incaricato la società Servizi Geotecnici s.r.l. per eseguire indagini geognostiche e geofisiche dei luoghi individuati per l'installazione della solar farm.

Campagna di sopralluoghi e prelievi svolta nei mesi di Giugno e Luglio 2023.

La progettazione delle indagini è stata eseguita da ADR Ingegneria, le prove nei fori di sondaggio sono state guidate dal geologo responsabile.

Le indagini sono state effettuate secondo le modalità previste e in conformità alle principali specifiche tecniche di riferimento (Norme tecniche d'appalto – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" A.G.I. 1977; standard ASTM) e in ottemperanza ai dettami del D.M. 17 Gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni".

La campagna geognostica è consistita nella esecuzione di:

- n. 4 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo;
- n. 66 sondaggi ambientali;
- prelievi di campioni di tipo ambientale;
- prelievi di campioni di tipo rimaneggiati;
- n. 06 stese MASW;
- n. 03 HVSR.
- n. 01 stendimento geoelettrico
- n. 04 prove penetrometriche CPTU
- n. 02 prove penetrometriche SCPTU

Fonte: Documento di progetto P097T-PF-DG-GEN-R-RVO-0024



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Rilievi ed indagini

Le principali attrezzature utilizzate in cantiere per l'esecuzione delle indagini geognostiche sono descritte di seguito:

- Sonda a rotazione EGT VD 710 e CMV MK 420, a completo funzionamento idraulico, corredata di tutti gli strumenti e gli accessori necessari per l'esecuzione dei sondaggi, delle prove in foro e del prelievo dei campioni di terreno secondo quanto stabilito dalle norme tecniche. La percentuale di recupero dei terreni perforati è stata comunemente superiore all'85%.
 - N. 1 Camion (IVECO 35C10) di appoggio, provvisto di cisterna per l'acqua di perforazione e delle attrezzature necessarie per il funzionamento e per la manutenzione delle sonde.
 - Penetrometro dinamico/statico Pagani Tg 63-200
 - Punta piezocono sismico digitale Tecnopenta Mod. G1-CPLS D
 - Sismografo digitale PASI mod.16S-U a 24 canali.
 - 24 geofoni, marca PASI.
 - Strumenti per rilievi geotecnici come freatimetro, pocket penetrometer, scissometro tascabile, acido cloridrico.
 - Geobox Sara modello SR04 con SS05 (0.5 Hz) embedded sensor.
 - Resistivimetro multielettrodo MAE modello A6000-S/E
-
- Per verificare la presenza di sottoservizi nei fori di sondaggio sono stati eseguiti dei prescavi a mano con coclea.



Fonte: Documento di progetto P097T-PF-DG-GEN-R-RVO-0024



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

GPR e nuvole di punti

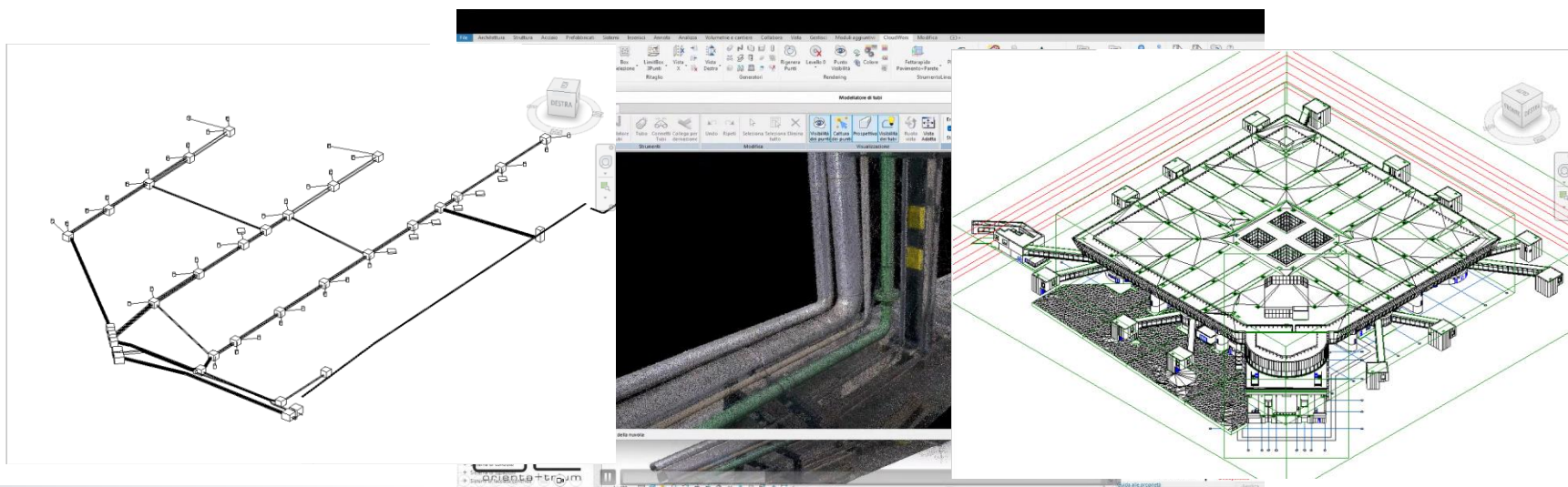
Analisi del sottosuolo con tecnologia GPR – Ground Penetrating Radar o Georadar per l'analisi delle onde elettromagnetiche trasmesse nel terreno al fine di ricavarne una sezione di profondità pari ad alcuni metri.

La metodologia viene utilizzata per la rilevazione di sottoservizi interrati nell'area in esame.

Nei progetti delle solar farm si è adottata tale analisi per approfondire la conoscenza in merito alla presenza di condotti idrici, linee elettriche interrate e sottoservizi di altra natura al fine di individuarne la profondità di posa e valutarne l'interferenza con la posa dei cavidotti MT dedicati alle solar farm, con le profondità di scavo previste per le strutture di supporto e rotazione dei pannelli, oltreché con il getto dei basamenti per la posa delle cabine elettriche prefabbricate.

Rilievi tramite laser scanner statici per ottenere nuvole di punti delle strutture su cui posare nuove canalizzazioni. La nuvola di punti restituisce un insieme di punti distribuiti geometricamente nello spazio per la rappresentazione fedele di un oggetto reale sotto esame.

Tale metodologia si è rivelata utile per la rappresentazione 3D delle strutture a cui si ipotizza di ancorare le vie cavi che, dalle cabine di raccolta, si attesteranno ai quadri di media tensione delle cabine MT/BT dell'aeroporto.



Emanuele Zennaro



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Modellazione BIM - Normativa

- D.lgs 18/04/2016 vecchio codice appalti introduce il concetto della modellazione informativa come strumento da adottare per una maggior qualità ed un miglior controllo sui lavori pubblici (art. 23, c. 1, l. H).
- Norma tecnica sul BIM: UNI 11337 – prima versione risale a dicembre 2016.
- A dicembre 2017 si propone di rendere obbligatorio utilizzare la metodologia BIM nella progettazione delle opere pubbliche.
- Il D.M. BIM viene pubblicato il 02 agosto 2021 (D.M. 312/2021).
- Definizioni, adempimenti preliminari della Stazione Appaltante, gestione flussi informativi, interoperabilità software/piattaforme con protocolli aperti.
- Tempi di introduzione obbligatoria del BIM ed importi per i quali è obbligatorio sono stati aggiornati con il correttivo al nuovo codice appalti D.Lgs36/2023 di dicembre 2024.
- Ad oggi il BIM obbligatorio per importo $\geq$ 2milioni senza contare nell'importo la quota relativa alle manutenzioni straordinarie ed ordinarie.
- Norma UNI 11337 è composto da 10 parti. Prassi e procedure per applicare operativamente la metodologia BIM.
- Solo le prime 7 parti sono complete. Le ultime 3 ancora non sono uscite.
- Compito fondamentale del BIM Specialist è la creazione del modello 3D. Oltre all'oggetto sono fondamentali i dati. Il BIM Specialist deve eseguire l'analisi delle clash per risolvere in modo più preciso i problemi.
- Dimensione 4D serve per la pianificazione delle attività e curare il cronoprogramma.
- Dimensione 5D serve per estrarre e analizzare i costi del progetto. Si aggiornano i costi all'aggiornamento del modello 3D.
- Dimensione 6D serve per la gestione del modello in fase di manutenzione. L'edificio è già costruito effettivamente e si crea un Digital Twin, gemello digitale tridimensionale dell'edificio/impianto che serve per gestirne la manutenzione nel tempo - gestire sostituzioni, informazioni su stato componenti, documentazioni tecniche, periodicità delle verifiche. Es. *Tandem Autodesk* è un plugin utile per questa dimensione. Fai il modello in Revit. Lo esporti in Tandem. Si crea un sensore virtuale che si collega in una certa posizione e restituisce delle informazioni.
- Dimensione 7D serve per eseguire analisi energetiche.



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Modellazione BIM - Operativa

Piano di Gestione Informativa – PGI

- Si adempie all'onere di rispondere puntualmente al Capitolato Informativo,
- Descrive le soluzioni previste, il metodo di lavoro, gli strumenti hardware e software.
- Descrive le modalità tecniche ed organizzative di gestione delle attività inerenti alla creazione ed alla gestione del contenuto informativo dell'oggetto dell'iniziativa.
- PGI unico mentre documentazione e modellazione BIM discretizzata per ciascun lotto.

Software adottati

- Autodesk Construction Cloud (CDE) – Ambiente di condivisione dati in accordo con quanto riportato nella norma UNI 11337 (AcDAT)
- Autodesk Revit – Architettura, Struttura, Impianti – software di authoring BIM compatibile con formati di interscambio aperto quale Industry Foundation Classes (IFC).
- Naviswork – Model checking - Clash Analysis
- Microsoft Project - cronoprogramma
- Autodesk Revit DiRoots – BIM Validation
- Team System STR CPM Visione – Computo metrico estimativo

Collaborazione Cloud

- Sub-appaltatori dotati di licenza Collaborate PRO per accesso e lavoro in cloud
- Modulo Docs per la condivisione e l'approvazione della documentazione
- Modulo Model Coordination per la visualizzazione ed interazione con i modelli federati
- Modulo Design Collaboration per il worksharing attraverso il CDE
- Creazione di file IFC

Istruzioni

- Inserimento parametri informativi secondo il documento *AIR* ed il *LOI*
- Creazione abachi
- Denominazione famiglie
- Classificazione IFC



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Progettazione di fattibilità tecnico-economica – Elenco elaborati generali ed economici

PROGETTO ESECUTIVO									
mento Progetto		Riferimento Direttorio		Riferimento elaborato				Sedici	Emissione
LOTTO	Fase progettuale	Capitolo	Paragrafo	Tipo	Disciplina	Progressivo	Revisione		
TITOLO DELL'ELABORATO									
DOCUMENTAZIONE GENERALE									
PARTE GENERALE									
02	PF	DG	GEN	T	ELB	0001	0	Elenco elaborati	- gen-25
02	PF	DG	GEN	R	RIG	0002	0	Relazione Generale	- gen-25
02	PF	DG	GEN	R	REF	0003	0	Report fotografico stato dei luoghi	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	GEO	0004	0	Relazione geologica e idrogeologica	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	GTC	0005	0	Relazione geotecnica	- ott-24
02	PF	DG	GEN	D	PPC	0009	0	Piano particellare impianto di produzione	1:2000 mag-24
02	PF	DG	GEN	T	CRP	0010	0	Cronoprogramma dei Lavori di realizzazione dell' impianto	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	PDR	0011	0	Piano di dismissione e ripristino dell'area - Cronoprogramma - Computo metrico estimativo opere dismissione e ripristino	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	PPU	0012	0	Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	RTS	0013	0	Relazione tecnica delle opere civili e strutturali	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	DDS	0014	0	Disciplinare descrittivo-prestazionale delle opere civili e strutturali	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	RCS	0015	0	Relazione di calcolo opere civili e strutturali	- feb-25
02	PF	DG	GEN	R	GTC	0016	0	Relazione geotecnica sulle fondazioni	- feb-25
02	PF	DG	GEN	R	RMS	0017	0	Relazione sui materiali opere strutturali	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	PIM	0018	0	Piano d'uso e manutenzione opere strutturali	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	RTI	0019	0	Relazione tecnica delle opere impiantistiche	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	DDI	0020	0	Disciplinare descrittivo-prestazionale delle opere impiantistiche	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	RCI	0021	0	Relazione di calcolo opere impiantistiche	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	PIM	0022	0	Piano di manutenzione	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	RAU	0023	0	Relazione sugli aspetti urbanistici	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	RVO	0024	0	Esiti indagini pregresse pertinenti all'area di progetto	- ott-24
02	PF	DG	GEN	R	SAA	0025	0	Studio aeronautico sui possibili fenomeni di abbagliamento	- mag-24
02	PF	DG	GEN	R	CTM	0026	0	Capitolato Tecnico di Manutenzione	- mag-24
DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI									
02	PF	DG	CMS	T	QEC	0001	0	Quadro Economico	- ott-24
02	PF	DG	CMS	T	COM	0002	0	Computo metrico	- ott-24
02	PF	DG	CMS	T	CME	0003	0	Computo metrico estimativo	- ott-24
02	PF	DG	CMS	T	EPU	0004	0	Elenco prezzi unitari	- ott-24
02	PF	DG	CMS	T	QIM	0006	0	Quadro incidenza della mano d'opera	- ott-24
02	PF	DG	CMS	T	LCF	0007	0	Lista categorie e forniture	- ott-24
02	PF	DG	CMS	R	CSA	0008	0	Capitolato Speciale di appalto	- ott-24



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Progettazione di fattibilità tecnico-economica – Elenco elaborati sicurezza ed opere civili

PROGETTO ESECUTIVO										
Riferimento Progetto		Riferimento Direttorio		Riferimento elaborato				TITOLO DELL'ELABORATO	Scala	Emissione
LOTTO	Fase progettuale	Capitolo	Paragrafo	Tipo	Disciplina	Progressivo	Revisione			
		03	SIC					SICUREZZA		
02	PF	DG	SIC	R	PSC	0001	0	Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)	-	mag-24
02	PF	DG	SIC	D	PSC	0002	0	Piano di Sicurezza e Coordinamento - Allegato_1 – Cantiere – Planimetria Campo base e fasi di lavoro	Varie	mag-24
02	PF	DG	SIC	D	PSC	0003	0	Piano di Sicurezza e Coordinamento - Allegato_2 - Fasi di cantiere e cantierizzazioni	Varie	mag-24
02	PF	DG	SIC	D	PSC	0004	0	Piano di Sicurezza e Coordinamento - Allegato_3 - Fasi di cantiere e cantierizzazioni	Varie	mag-24
		EG						ELABORATI GRAFICI		
		04	ARC					INQUADRAMENTI GENERALI		
02	PF	EG	ARC	D	IGO	0001	0	Inquadramento generale su CTR e ortofoto	1:5000	mag-24
02	PF	EG	ARC	D	IGC	0002	0	Inquadramento generale su base catastale	1:2000	mag-24
02	PF	EG	ARC	D	IGP	0003	0	Inquadramento generale su CTR PGRA fascie PAI	1:10000	mag-24
02	PF	EG	ARC	D	IBP	0004	0	Inquadramento generale su CTR beni paesaggistici	1:10000	mag-24
02	PF	EG	ARC	D	IAN	0005	0	Inquadramento generale su CTR Aree naturali protette	1:10000	mag-24
02	PF	EG	ARC	D	PUI	0006	0	Pianta ubicazione indagini	1:2000	ott-24
02	PF	EG	ARC	D	CGE	0007	0	Carta geologica e sezione	varie	ott-24
		04	ARC					ANTE OPERAM		
02	PF	EG	ARC	D	AOP	0010	0	Ante Operam dell'area oggetto di intervento - Area Impianto fotovoltaico - plan. 1	1:500	ott-24
02	PF	EG	ARC	D	AOP	0011	0	Ante Operam dell'area oggetto di intervento - Area Impianto fotovoltaico - plan. 2	1:500	ott-24
02	PF	EG	ARC	D	AOP	0012	0	Ante Operam dell'area oggetto di intervento - Area Impianto fotovoltaico - plan. 3	1:500	ott-24
02	PF	EG	ARC	D	AOP	0013	0	Ante Operam dell'area oggetto di intervento - Area Impianto fotovoltaico - plan. 4	1:500	ott-24
02	PF	EG	ARC	D	AOP	0014	0	Ante Operam dell'area oggetto di intervento - Inquadramento 1 e 2 - profili e sezioni	Varie	mag-24
		05	CIV					STATO DI PROGETTO OPERE CIVILI		
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0001	0	Planimetria generale di progetto - Area impianto fotovoltaico - plan ctr-orto-profilo	1:2000	mag-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0002	0	Planimetria di progetto - Area impianto fotovoltaico - Tavola 1 di 4	1:500	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0003	0	Planimetria di progetto - Area impianto fotovoltaico - Tavola 2 di 4	1:500	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0004	0	Planimetria di progetto - Area impianto fotovoltaico - Tavola 3 di 4	1:500	mag-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0005	0	Planimetria di progetto - Area impianto fotovoltaico - Tavola 4 di 4	1:500	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0006	0	Sezioni di Progetto - Area impianto fotovoltaico - compatibilità aeronautica	Varie	mag-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0007	0	Planimetria nuovo Cavidotto MT - Sezioni e particolari	Varie	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0008	0	Pianta, sezioni e dettagli - Piazzole tipo	Varie	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0009	0	Pianta, sezioni e dettagli - Camera rompitratta MT	Varie	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0010	0	Planimetrie e dettagli - Sistema videosorveglianza	1:2000	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0011	0	Planimetrie e dettagli - Diffusione sonora (bird strike)	1:2000	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0012	0	Rilievo Topografico - Planimetria delle interferenze	1:500	ott-24
02	PF	EG	CIV	D	PGP	0013	0	Rilievo Georadar - Corridoi di indagine GPR	200	ott-24



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Progettazione di fattibilità tecnico-economica – Elenco elaborati strutturali ed impiantistici

PROGETTO ESECUTIVO										
nento Progetto		Riferimento Direttorio		Riferimento elaborato				TITOLO DELL'ELABORATO	Scala	Emissione
LOTTO	Fase progettuale	Capitolo	Paragrafo	Tipo	Disciplina	Progressivo	Revisione			
		06	STR					ELABORATI SPECIALISTICI OPERE STRUTTURALI		
02	PF	EG	STR	D	CAR	0001	0	Strutture di sostegno vela fotovoltaica tipo 1x12	Varie	ott-24
02	PF	EG	STR	D	CAR	0002	0	Strutture di sostegno vela fotovoltaica tipo 1x24	Varie	ott-24
02	PF	EG	STR	D	PGP	0003	0	Scavalco canale - Piante, sezioni e particolari	1:50	ott-24
		07	IMP					STATO DI PROGETTO OPERE IMPIANTISTICHE		
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0001	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione sottocampi e condutture - Cabina C2	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0002	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione sottocampi e condutture - Cabina C1	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0003	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione sottocampi e condutture - Cabina C3	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0004	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione inverter e cavidotti - Cabina C1 e C2	-	mag-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0005	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione inverter e cavidotti - Cabina C3	-	mag-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0006	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione stringhe - Cabina C1 e C2	-	mag-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0007	0	Layout impianto fotovoltaico con identificazione stringhe - Cabina C3	-	mag-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0008	0	Schema a blocchi impianto fotovoltaico - Quadri MT	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0009	0	Schema a blocchi impianto fotovoltaico - Cabina C2	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0010	0	Schema a blocchi impianto fotovoltaico - Cabina C1	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0011	0	Schemi elettrici unifilari quadri generali di media tensione cabine - Schema elettrico unifilare con identificazione quadri MT	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0012	0	Schemi elettrici unifilari quadri generali di bassa tensione cabine - Schema elettrico unifilare con identificazione quadri BT	-	mag-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0013	0	Impianto di terra - collegamento tra cabine e strutture impianto - Cabina C2	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0014	0	Impianto di terra - collegamento tra cabine e strutture impianto - Cabina C1	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0015	0	Impianto di terra - collegamento tra cabine e strutture impianto - Cabina C3	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0016	0	Impianto di terra - collegamento tra cabine e strutture impianto - Cabine	-	gen-25
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0017	0	Disposizione impianti interni cabine	-	ott-24
02	PF	EG	IMP	D	PPO	0018	0	Particolari costruttivi impianto	-	mag-24



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Rapporto di controllo intermedio e finale

Ai sensi dell' allegato I.7, sezione IV, art. 34, comma 2 del Codice Appalti l'attività di verifica è effettuata dai seguenti soggetti:

- a) per i lavori di importo pari o superiore a 20 milioni di euro, e, in caso di appalto integrato, per i lavori di importo pari o superiore alla soglia di cui all'articolo 14, comma 1, lettera a), del codice *pari a 5.538.000 €*, da organismi di controllo accreditati ai sensi della norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17020;
- b) per i lavori di importo inferiore a 20 milioni di euro e fino alla soglia di cui all'articolo 14 del codice, dai soggetti di cui alla lettera a) del presente comma e di cui all'articolo 66 del codice, *tra i quali i prestatori di servizi di ingegneria e architettura (lett.a)* che dispongano di un sistema interno di controllo della qualità, o dalla stazione appaltante nel caso in cui disponga di un sistema interno di controllo di qualità;
- c) per i lavori di importo inferiore alla soglia di cui all'articolo 14 del codice e fino a 1 milione di euro, dagli uffici tecnici delle stazioni appaltanti ove il progetto sia stato redatto da progettisti esterni o le stesse stazioni appaltanti dispongano di un sistema interno di controllo di qualità ove il progetto sia stato redatto da progettisti interni;
- d) per i lavori di importo inferiore a 1 milione di euro, dal responsabile unico del progetto, anche avvalendosi della struttura di cui all'articolo 15, comma 6, del codice.





METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

Approvazione da parte di ENAC

In conformità alla Circolare ENAC APT-21, l'attività progettuale può riguardare:

- infrastrutture di volo;
- opere civili, viabilità e parcheggi;
- impianti elettrici, elettromeccanici, termici, idrici
- impianti e sistemi di movimentazione bagagli;
- impianti speciali (safety, security, informativa e telecomunicazione).

I progetti vengono sviluppati nel caso di nuove opere, ristrutturazioni e/o modifiche di opere esistenti, interventi di manutenzione straordinaria ed altri interventi correlati alla gestione ed allo sviluppo dello scalo.

Rientrano nel campo dell'applicabilità di tale procedura anche le iniziative riguardanti interventi di minore entità, che possano avere ripercussioni sull'operatività aeroportuale, quali modifiche e/o integrazioni della segnaletica orizzontale e verticale di piste, raccordi e piazzali, modifiche e/o integrazioni degli impianti luminosi di assistenza al volo, modifiche e/o integrazioni dei servizi essenziali al funzionamento dell'aeroporto, manufatti di vario genere correlati alla gestione dell'infrastruttura aeroportuale (varchi, recinzioni, sistemi di controllo, etc.), e per i quali l'approvazione ENAC ai sensi dell'APT 21 non avviene sulla base di progetti esecutivi, ma nell'ambito dei Piani di manutenzione.



INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di intervento è localizzata all'interno del sedime aeroportuale. I progetti si sviluppano lungo le piste 1, 2 e 3 in coerenza con le direttive enac ed enav. Le opere sono compatibili con l'operatività aeroportuale.

SOLAR FARM PISTA 3

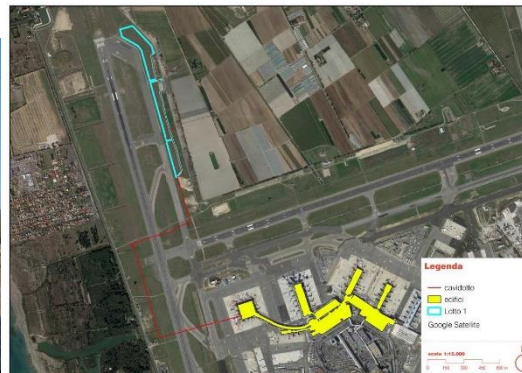
il più esteso tra i lotti con potenza pari a 21,9 MWp. Prevede 54.816 moduli, 164 inverter, 10 cabine di trasformazione ed 1 cabina di raccolta.

SOLAR FARM PISTA 1 LOTTO L1A

Impianto su tracker monoassiali. Potenza pari a 7,3 MWp. Prevede 12.540 moduli, 45 inverter, 2 cabine di trasformazione ed 1 cabina di raccolta.

SOLAR FARM PISTE 1 E 2 LOTTO L2

Impianto su tracker monoassiali. Potenza di poco inferiore a 6 MWp. Prevede 10.332 moduli, 46 inverter, 3 cabine di trasformazione.





INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di intervento è localizzata all'interno del sedime aeroportuale. I progetti si sviluppano lungo le piste 1, 2 e 3 in coerenza con le direttive enac ed enav. Le opere sono compatibili con l'operatività aeroportuale.

FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA

Impianto su pensiline
parcheggi.

L'impianto afferisce alla
cabina C51.

Potenza di 5602,8 kWp.

Prevede una cabina di
raccolta accanto alla C51, 3
cabine di trasformazione.

SOLAR FARM CIAMPINO

Impianto su strutture di tipo
fisso.

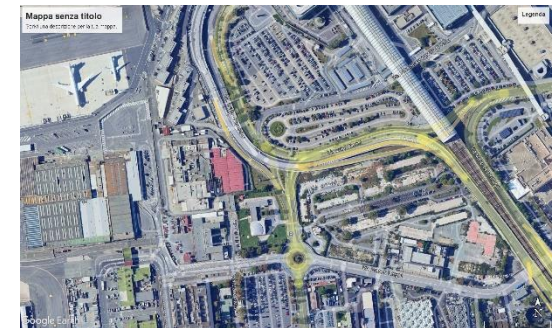
Potenza pari a 2,7 MWp.

Prevede 6.804 moduli, 25
inverter, 2 cabine di
trasformazione.

FOTOVOLTAICO CASERMA

VVF CENTRALE LANDSIDE

Impianto da 243,12 kWp
su zavorre sopra
copertura piana.





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 3

- Si tratta del più esteso tra i lotti con potenza pari a 21,9 MWp.
- È l'iniziativa che ha visto la luce per prima ed è stata inaugurata ad inizio 2025.
- L'impianto è attualmente in esercizio.
- L'intervento ha richiesto l'Autorizzazione Unica rilasciata dalla Regione Lazio.
- Costo stimato delle opere pari a 39 M€ ca.
- Superficie di progetto: 9,7 ha
- Moduli SunPower Maxeon3-400 da 400 Wp.
- Producibilità attesa al primo anno: 30 GWh
- Producibilità attesa al decimo anno: 27 GWh



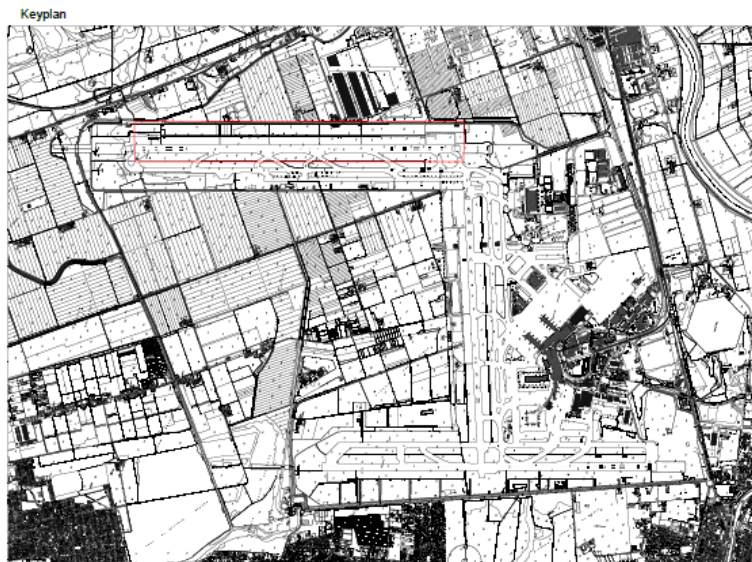


LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 3

In particolare, l'impianto è composto da:

- 54816 moduli fotovoltaici da 400Wp monocristallini;
- 164 inverter stringa da 125kW;
- 2217 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 2x12 (24 moduli totali);
- 134 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 2x6 (12 moduli totali);
- 10 cabine di trasformazione;
- 1 cabina di raccolta.





LOTTI PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 3

PARCO FOTOVOLTAICO - AEROPORTO "L. Da Vinci"						
Area	Vele 2x6	Vele 2X12	N* Stringhe	N* pannelli	Potenza DC Area [kW]	N. inverter
B	12	105	222	2664	1065,6	8
C	5	253	511	6132	2452,8	18
D	10	157	324	3888	1555,2	12
E	36	205	446	5352	2140,8	16
F	7	299	605	7260	2904	22
G	5	255	515	6180	2472	18
H	15	264	543	6516	2606,4	20
I	9	246	501	6012	2404,8	18
J	6	217	440	5280	2112	16
K	29	216	461	5532	2212,8	16

Area	Power Station	Potenza AC [kW]	Potenza DC Area [kW]	Rapporto DC/AC Trasformatore
B	1250	1000	1065,6	1,07
C	2500	2250	2452,8	1,09
D	1600	1500	1555,2	1,04
E	2500	2000	2140,8	1,07
F	2500	2750	2904	1,06
G	2500	2250	2472	1,10
H	2500	2500	2606,4	1,04
I	2500	2250	2404,8	1,07
J	2500	2000	2112	1,06



Cavi DC di tipo H1Z2Z2-K sezione 6 mm² per contenere la c.d.t all' 1%. Disposizione inverter tale per cui c.d.t massima lato A.C 1,5%.

I cavi in corrente alternata di connessione tra gli inverter stringa e le cabine di trasformazione sono del tipo ARG16R16 0,6/1kV CPR.

Il collegamento degli inverter stringa alle cabine di trasformazione è stato effettuato per mezzo di cavidotti a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento pari a 450N posati internamente al campo. Questa scelta è determinata dai vincoli rispetto ai sottoservizi presenti in area. In particolare, queste connessioni sono composte da:

- Cavidotti per la bassa tensione, in corrente alternata dall'uscita AC dell'inverter stringa al quadro generale di bassa tensione in cabina di trasformazione;
- Cavidotti per segnalazione e monitoraggio stato inverter;
- Cavidotto in media tensione per il collegamento dei vari cluster;
- Cavidotto per la fibra ottica relativa al monitoraggio SCADA dei vari quadri di MT presenti nelle cabine di campo e di raccolta.

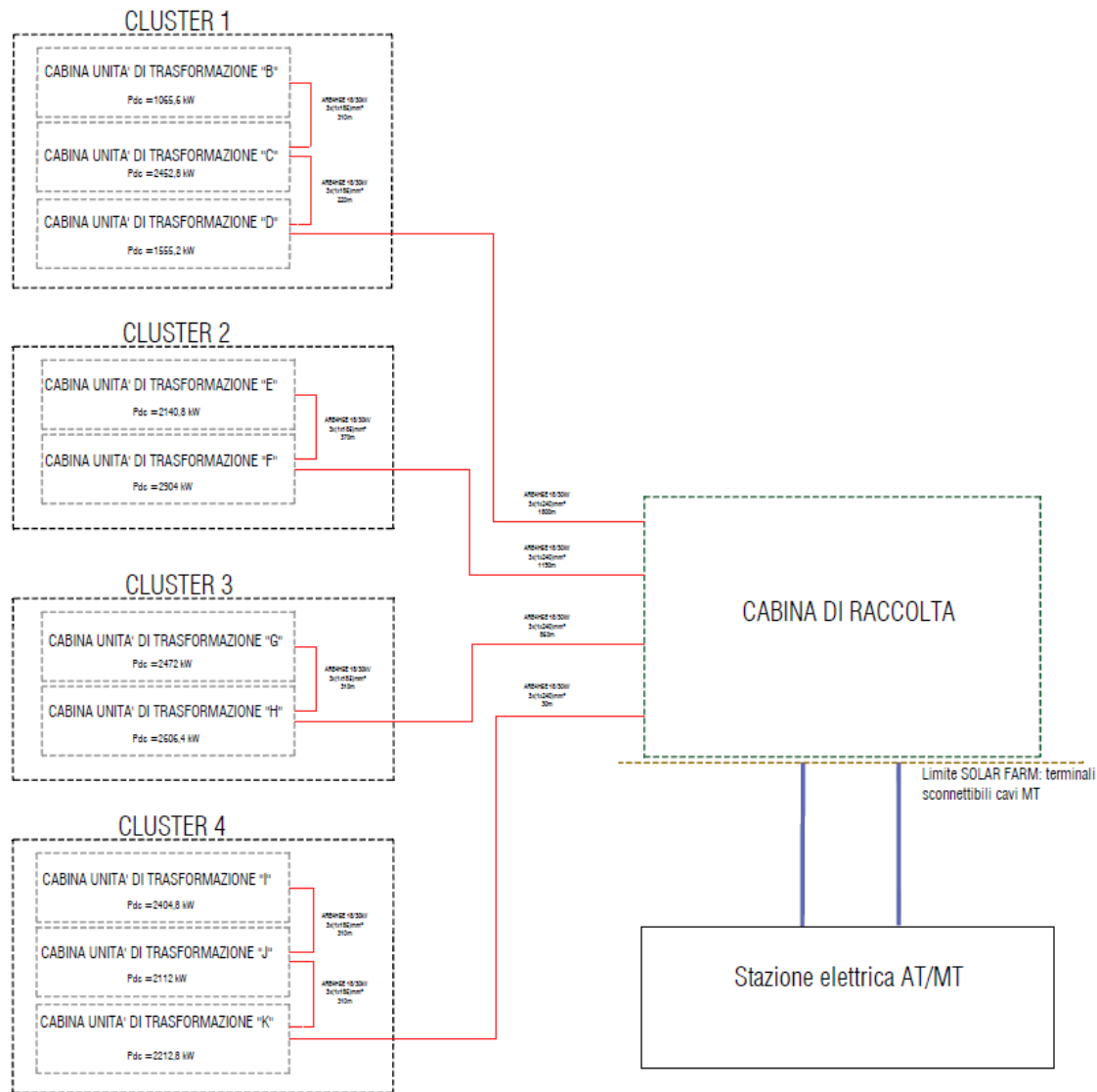
Infine, nello stesso scavo per i cavidotti BT è stata inserita una corda di rame di sezione 50mm² per il collegamento equipotenziale di tutte le strutture metalliche presenti nel relativo campo fotovoltaico all'impianto di messa a terra della singola cabina. Inoltre, le 11 cabine saranno in equipotenziale tra di loro e collegate all'impianto generale esistente.

I cavi di media tensione considerati in fase di progettazione, saranno del tipo ARE4H5E 18/30kV, ovvero in alluminio e precordati ad elica visibile. Saranno posati all'interno di tubazioni dedicate di diametro Ø 200 (una tubazione per ogni cavidotto).



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

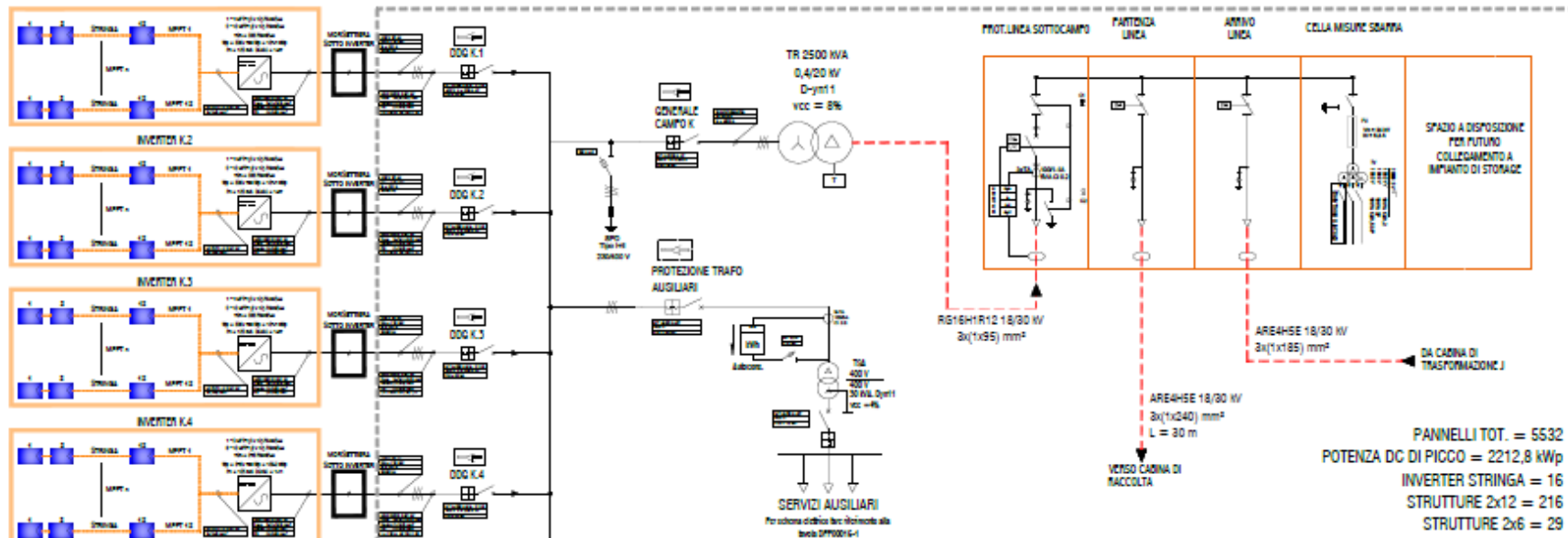
SOLAR FARM PISTA 3





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 3



Le sezioni di arrivo e partenza in MT (20 kV) di ogni cabina di trasformazione saranno ognuna composta da:

- uno scomparto di arrivo cavi e risalita sbarre costituito da: sbarre e isolatori portanti, chiusura di fondo
- uno scomparto protezione costituito da: sezionatore di isolamento lato sbarre sezionatore di terra lato cavi, interblocco di sicurezza tra sezionatore lato sbarre e sezionatore di terra, interruttore con sganciatore di apertura, relè di protezione, blocchi meccanici e di sicurezza.

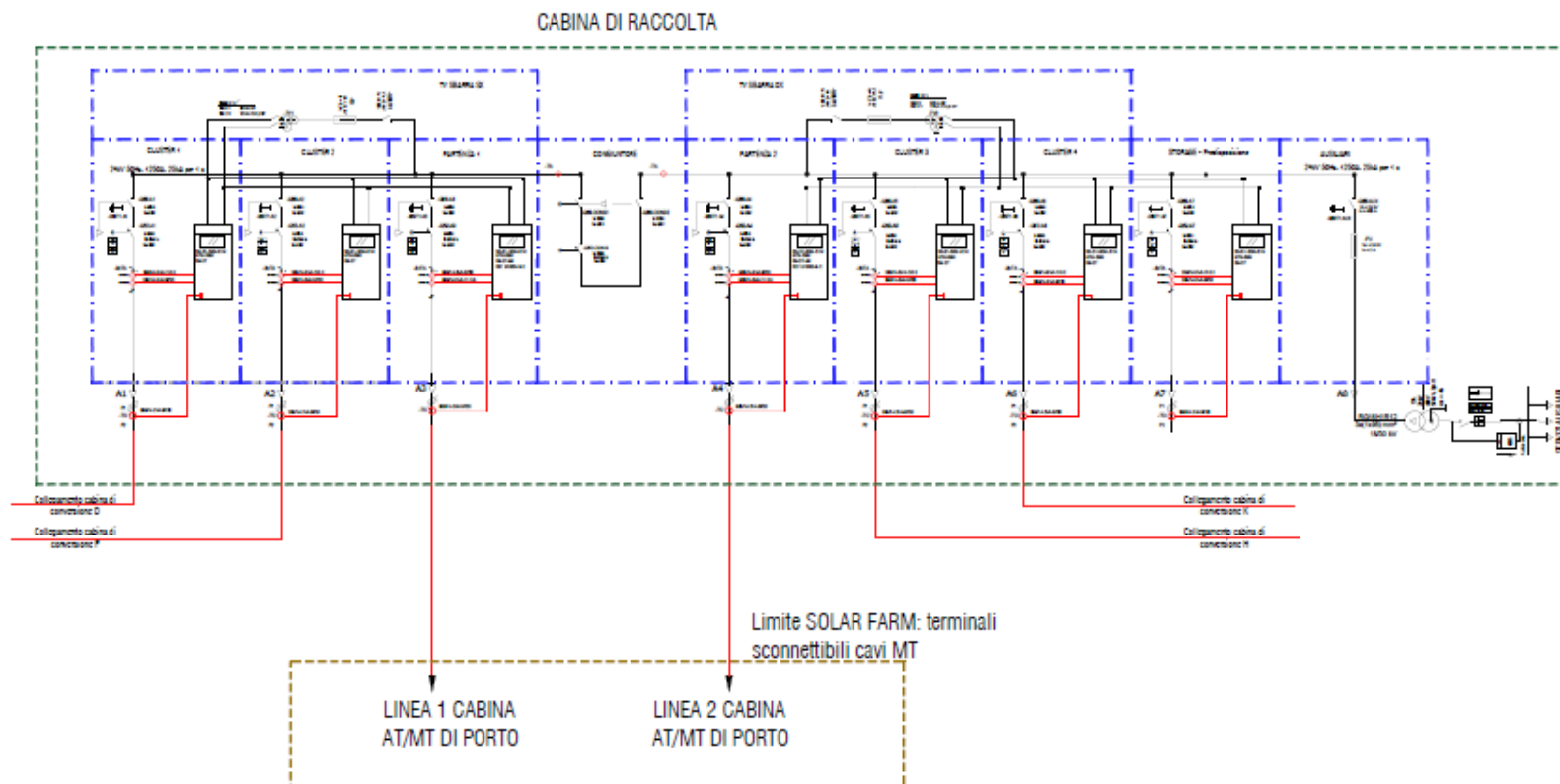
Nello specifico:

- Per le cabine B, E, G, I sono previste n.4 celle per il Q_MT: Linea Arrivo Sottocampo; Partenza Linea; Cella Misure; Storage
- Per le Cabine C, D, F, H, J, K sono previste n.5 celle per il Q_MT: Linea Arrivo Sottocampo; Partenza Linea; Arrivo Linea; Cella Misure; Storage;



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 3



Le sezioni di arrivo e partenza in MT (20 kV) per la cabina di raccolta saranno ognuna composta da:

- uno scomparto di arrivo cavi e attestazione;
- uno scomparto misure in funzione del tipo;
- scomparto interruttore di protezione motorizzato;
- scomparto sezionatore a 3 posizioni e relativi interblocchi.

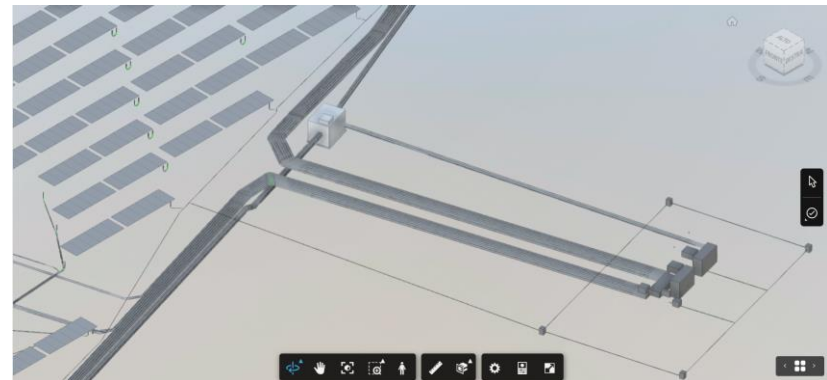
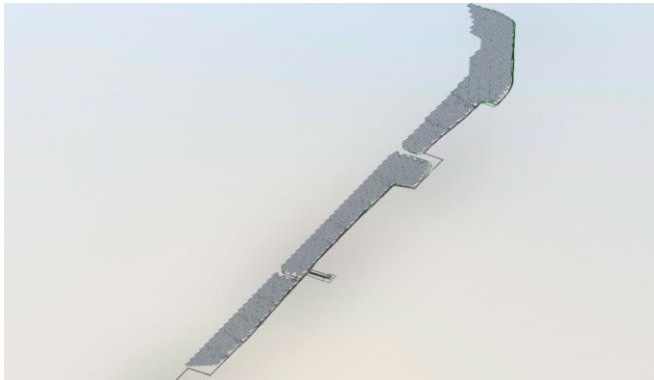
Il relè di protezione dovrà prevedere le funzioni 50, 51, 50N, 51N, 67N, 27, 59, 59N, oltre alle misure amperometriche e voltmetriche. Per le due celle dove vengono attestati i cavi di collegamento alla SSE si dovrà prevedere la protezione 68



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 – LOTTO L1A

- Impianto su tracker monoassiali.
- Potenza pari a 7,3 MWp.
- L'intervento richiede la Procedura Abilitativa Semplificata di competenza del Comune di Fiumicino.
- Il cavidotto necessario al collegamento della cabina di raccolta con la cabina C18bis – di nuova installazione – farà parte di un lotto separato denominato lotto L1B. Le opere civili necessarie per la realizzazione del cavidotto saranno contemporanee alle opere civili del lotto L1A.
- Il cavidotto attraverserà la pista 1 con la Trivellazione Orizzontale Controllata.
- Costo stimato delle opere pari a 14,2 M€ (impianto fotovoltaico) + 2,9 M€ (cavidotto).
- Superficie di impianto: 3,24 ha
- Moduli da 580 Wp.
- Producibilità attesa al primo anno: 12,3 GWh





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

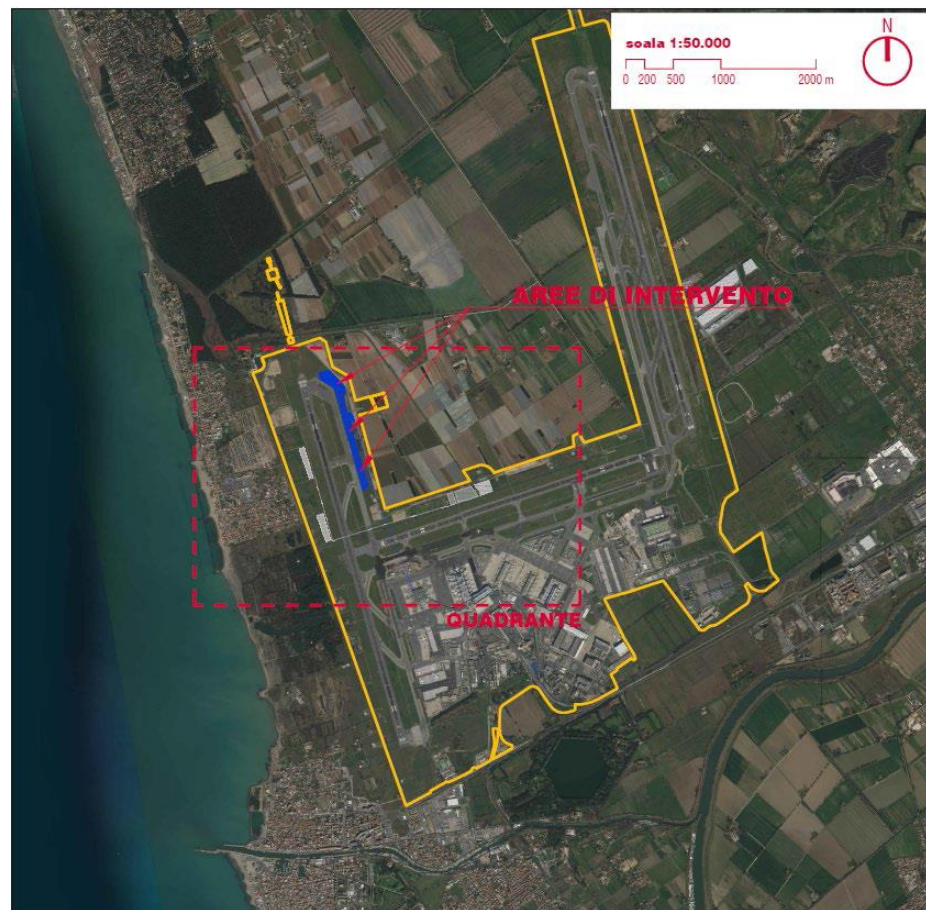
SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A

L'impianto è composto da:

- 12540 moduli fotovoltaici da 580Wp monocristallini;
- 494 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 1x24 (24 moduli totali);
- 57 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 1x12 (12 moduli totali);
- 45 Inverter da 125 kW;
- 2 cabine di conversione;
- 1 cabina di raccolta.

Lo schema funzionale di impianto prevede 2 cabine di conversione composte ciascuna da due trasformatori da 2500 kVA.

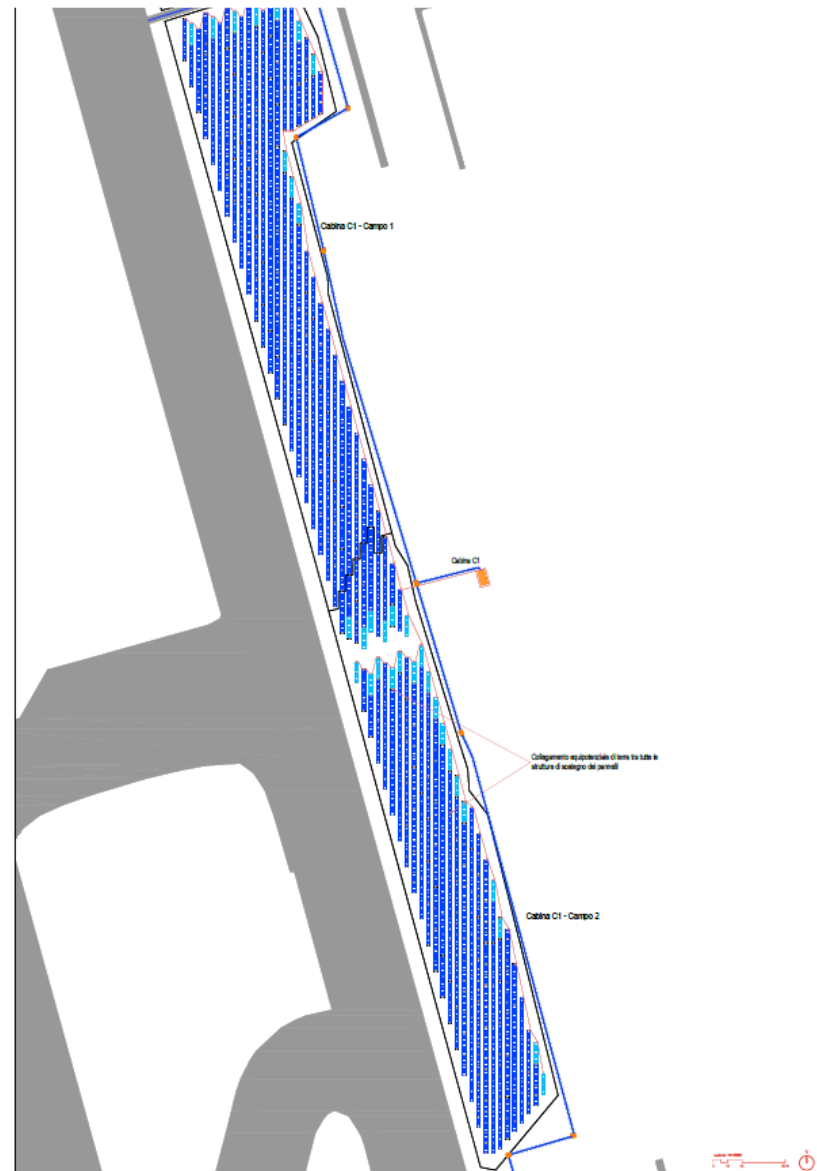
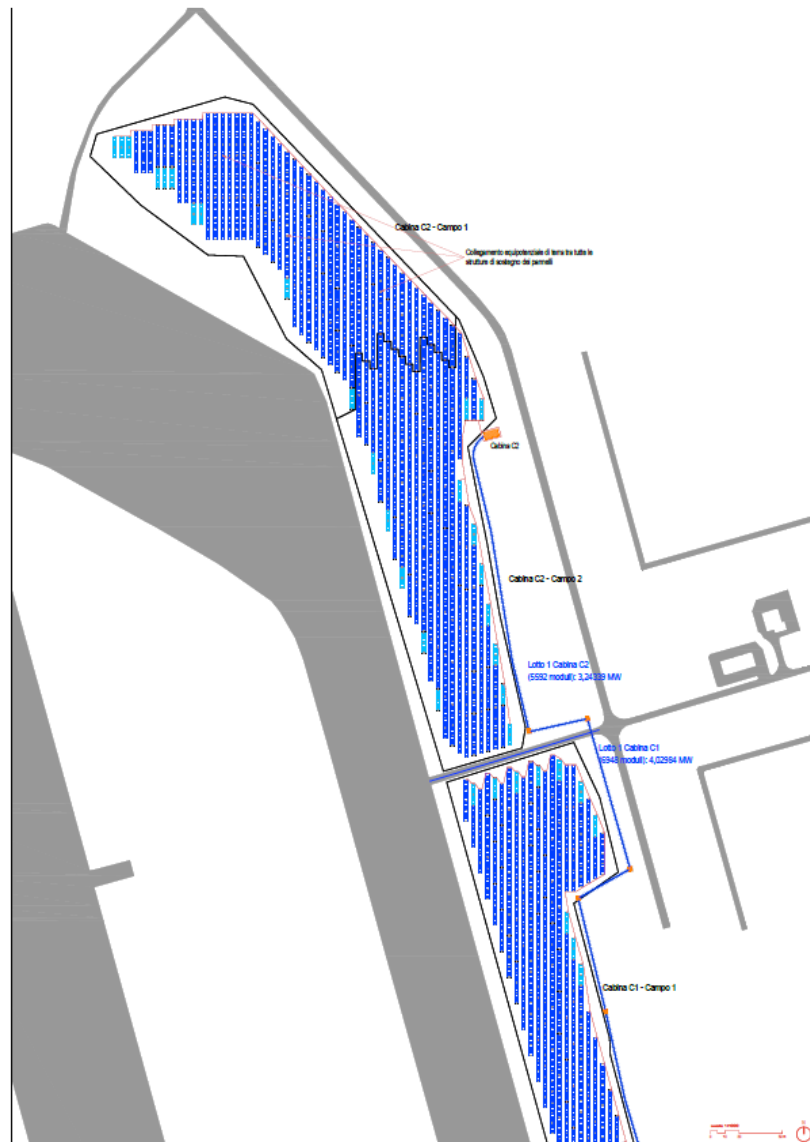
Il collegamento dei moduli alle cabine di conversione sarà effettuato per mezzo di cavidotti interrati interni al campo.





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A



Emanuele Zennaro



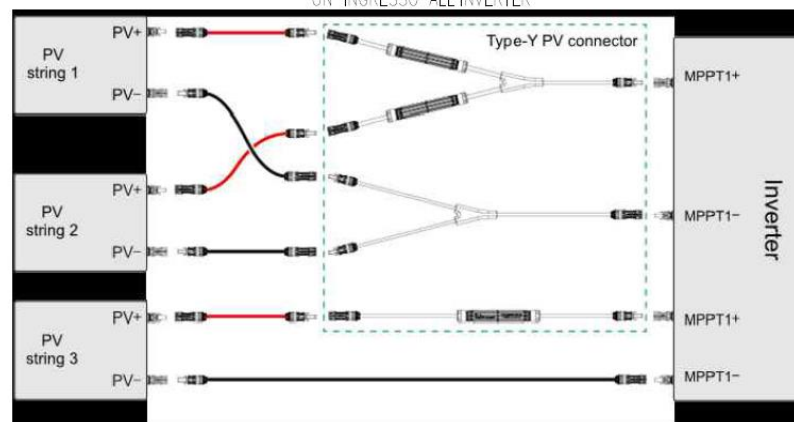
LOTTI PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A

Lotto 1 - Parco Fotovoltaico - Aeroporto "L. Da Vinci"					
Cabina	Campo	N. inverter	N. Stringhe	N. Moduli	Potenza campo (kW)
1	1	13	302	3624	2101,92
1	2	12	277	3324	1927,92
2	1	10	234	2808	1628,64
2	2	10	232	2784	1614,72
				potenza totale	7273,2

cabina	Campo	N. inverter	Potenza inverter (kW)	Potenza AC (kW)	Potenza DC Campo FV (MW)
1	1	13	125	1625	2,1
1	2	12	125	1500	1,93
2	1	10	125	1250	1,63
2	2	10	125	1250	1,61

GIUNTO A "Y" PER COLLEGAMENTO DI 2 STRINGHE IN UN INGRESSO ALL'INVERTER





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A

Per l'impianto fotovoltaico in oggetto si impiegheranno cavo H1Z2Z2-K con tensione di isolamento 1,2/1,2 kV o superiore, di sezione adeguata con posa mista esterna sulle strutture metalliche delle vele (posa in intercapedini o appendici delle strutture) e interrata a non meno di 0,50m.

I cavi in alternata di connessione tra gli inverter e le cabine di conversione sono del tipo ARG16R16 0,6/1 kV idonei alla tensione di esercizio soddisfacenti le normative in vigore.

La posa di questi conduttori sarà direttamente interrata a profondità minime di 0,6m su letto predisposto di sabbia o terreno adatto allo scopo (granulometria e caratteristiche fisiche). I cavi ARG16R16 0,6/1kV avranno sezioni adeguate tali da contenere la caduta di tensione entro il 3%, con la posa direttamente interrata massima di 120cm.

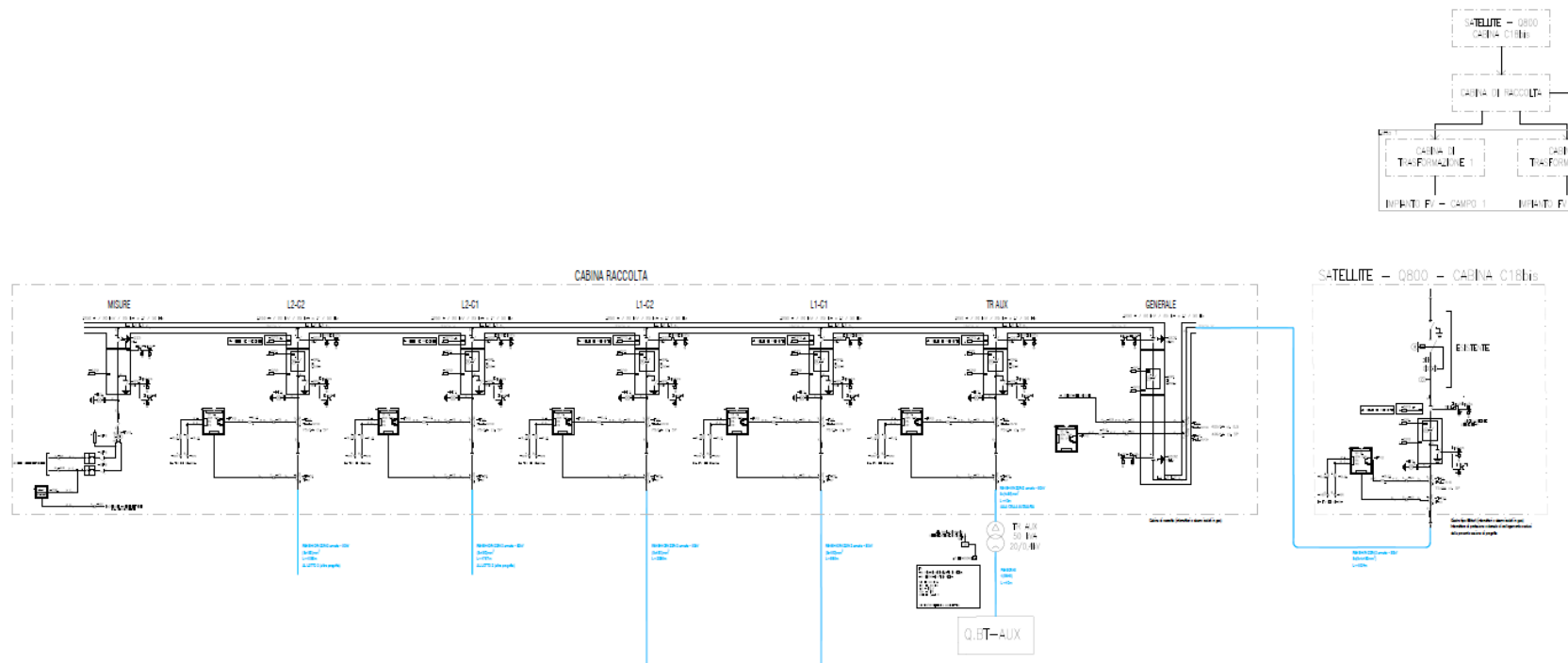
Inoltre, si predisporrà una tubazione Ø110 per il passaggio dei cavi per il monitoraggio dell'impianto (in funzione della tecnologia integrata negli inverter, sarà impiegato un cavo in fibra ottica a 24 fibre anti-roditori e adatta all'impiego esterno o cavo RS485 adatto ad impiego esterno). Infine, nello stesso scavo verrà inserita una corda di rame di sezione 95mm² dalla quale si deriveranno delle cime emergenti per il collegamento equipotenziale delle strutture metalliche e degli inverter.

I cavi di media tensione saranno del tipo RG16H1(O)R12ZR12 - 18/30kV, di tipo armato di tipo Multipolare o Unipolare secondo necessità, armati con piattine di acciaio zincato sotto guaina PVC e conduttori in rame. Il livello di tensione di isolamento scelto è superiore a quello richiesto per conformità agli standard aeroportuali.



LOTTI PROGETTUALI - PANORAMICA

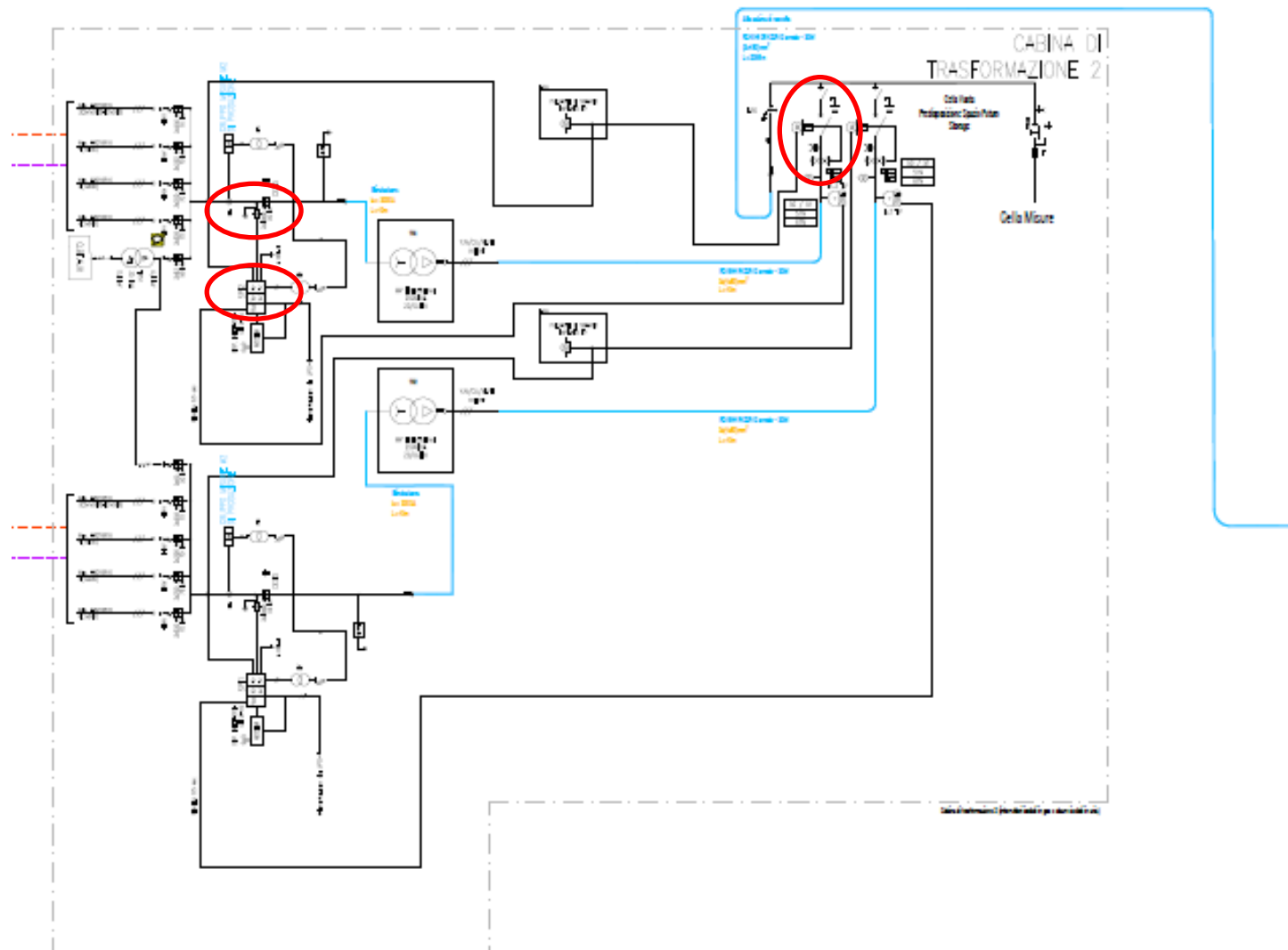
SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 - LOTTO 1A

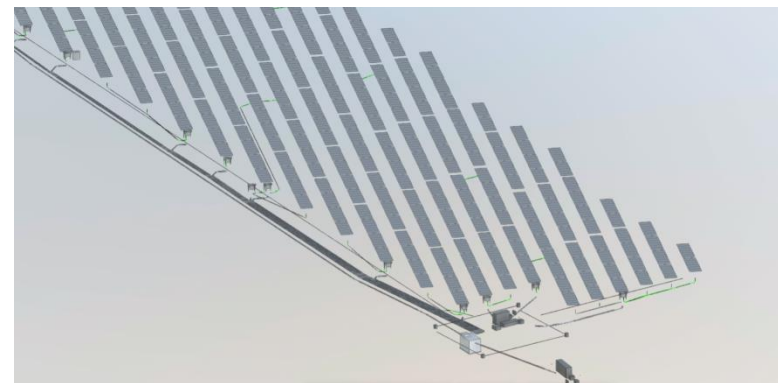
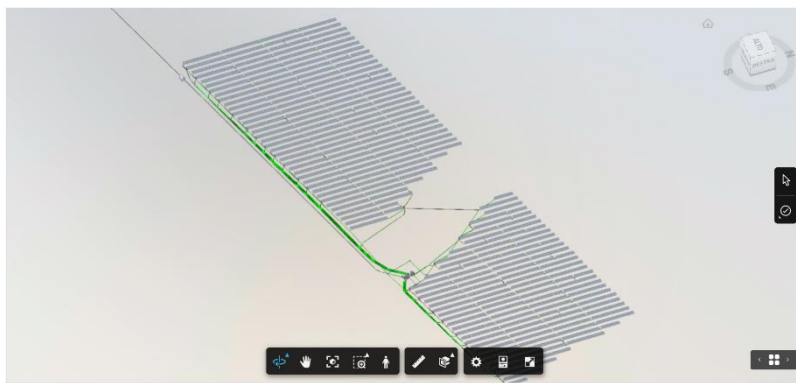




LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 E 2 – LOTTO L2

- Impianto su tracker monoassiali.
- Potenza di poco inferiore a 6 MWp.
- La cabina di raccolta farà parte dell'appalto L1A.
- L'intervento richiede la Procedura Abilitativa Semplificata di competenza del Comune di Fiumicino.
- Costo stimato delle opere pari a 9,5 M€.
- Moduli da 580 Wp.
- Producibilità attesa al primo anno: 10,3 GWh





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 E 2 – LOTTO L2

L'impianto è composto da:

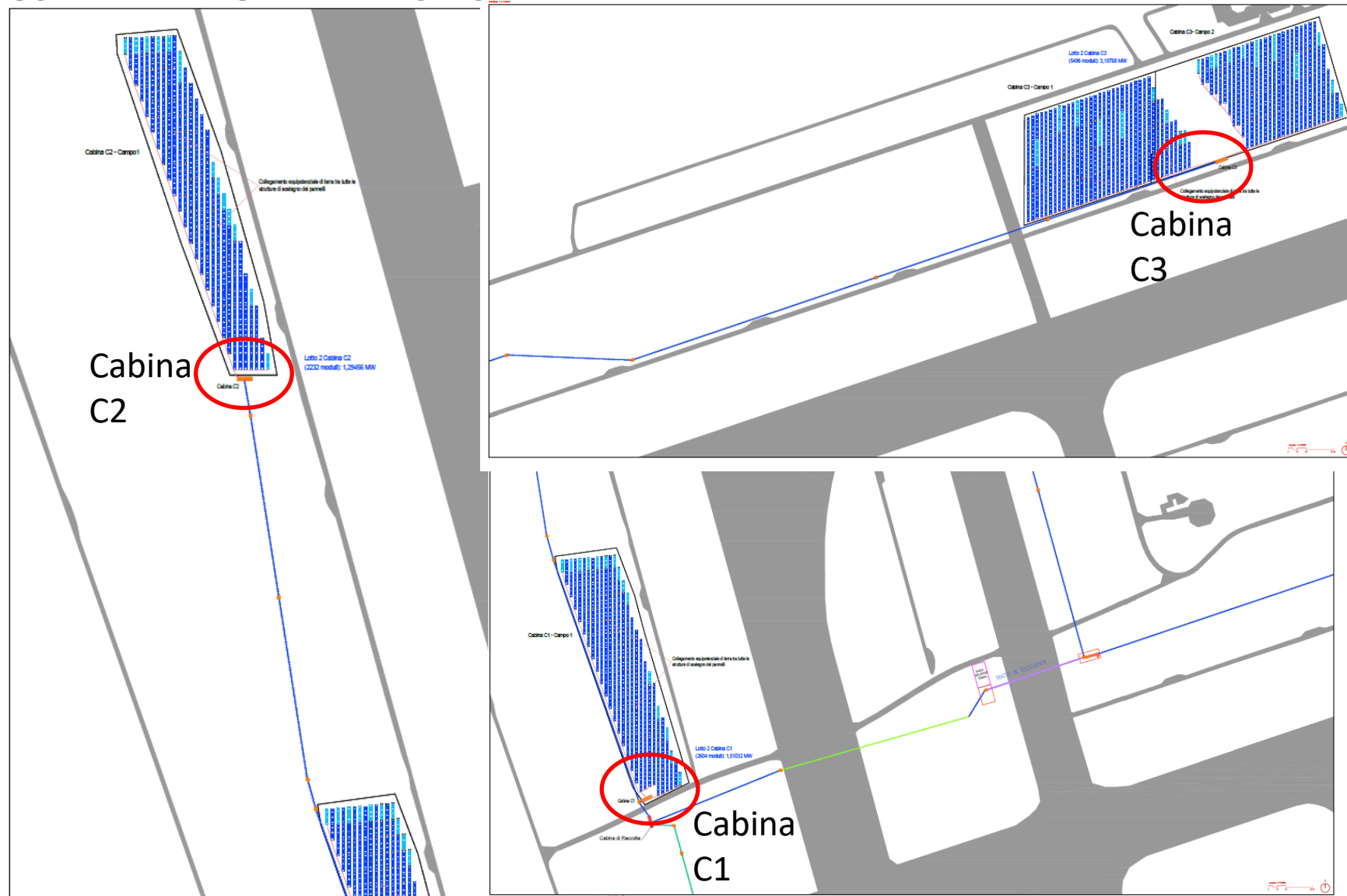
- 10322 moduli fotovoltaici da 580Wp monocristallini;
- 402 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 1x24 (24 moduli totali);
- 57 strutture di supporto per moduli secondo la configurazione 1x12 (12 moduli totali);
- 46 Inverter;
- 3 cabine di conversione;
- 1 cabina di raccolta.
- 2 cabine di conversione composte ciascuna da un trasformatore da 1600 kVA + 1 cabina di conversione composta da 2 trasformatori da 2000 kVA.





LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 E 2 – LOTTO L2



Emanuele Zennaro

La produzione di energia e la decarbonizzazione: impianti fotovoltaici e solar farm



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 – LOTTO L2

Lotto 1 - Parco Fotovoltaico - Aeroporto "L. Da Vinci"					
Cabina	Campo	N. inverter	N. Stringhe	N. Moduli	Potenza campo (kW)
1	1	12	217	2604	1510,32
2	1	10	186	2232	1294,56
3	1	12	229	2748	1593,84
3	2	12	229	2748	1593,84
				potenza totale	5992,56

cabina	Campo	N. inverter	Potenza inverter (kW)	Potenza AC (kW)	Potenza DC Campo FV (MW)
1	1	12	125	1500	1,51032
2	1	10	125	1250	1,29456
3	1	12	125	1500	1,59384
3	2	12	125	1500	1,59384



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM PISTA 1 E 2 – LOTTO L2

Per l'impianto fotovoltaico in oggetto si impiegheranno cavo H1Z2Z2-K con tensione di isolamento 1,2/1,2 kV o superiore, di sezione adeguata con posa mista esterna sulle strutture metalliche delle vele (posa in intercapedini o appendici delle strutture) e interrata a non meno di 0,50m.

I cavi in alternata di connessione tra gli inverter e le cabine di conversione sono del tipo ARG16R16 0,6/1 kV idonei alla tensione di esercizio soddisfacenti le normative in vigore.

La posa di questi conduttori sarà direttamente interrata a profondità minime di 0,6m su letto predisposto di sabbia o terreno adatto allo scopo (granulometria e caratteristiche fisiche). I cavi ARG16R16 0,6/1kV avranno sezioni adeguate tali da contenere la caduta di tensione entro il 3%, con la posa direttamente interrata massima di 120cm.

Inoltre, si predisporrà una tubazione Ø110 per il passaggio dei cavi per il monitoraggio dell'impianto (in funzione della tecnologia integrata negli inverter, sarà impiegato un cavo in fibra ottica a 24 fibre anti-roditore e adatta all'impiego esterno o cavo RS485 adatto ad impiego esterno). Infine, nello stesso scavo verrà inserita una corda di rame di sezione 95mm² dalla quale si deriveranno delle cime emergenti per il collegamento equipotenziale delle strutture metalliche e degli inverter.

I cavi di media tensione saranno del tipo RG16H1(O)R12ZR12 - 18/30kV, di tipo armato di tipo Multipolare o Unipolare secondo necessità, armati con piattine di acciaio zincato sotto guaina PVC e conduttori in rame. Il livello di tensione di isolamento scelto è superiore a quello richiesto per conformità agli standard aeroportuali.



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA

- Il secondo impianto già realizzato ed in esercizio dal 2024.
- Impianto su pensiline parcheggi.
- L'impianto afferisce alla cabina C51.
- Potenza di 5,6 MWp. Prevede una cabina di raccolta accanto alla C51, 3 cabine di trasformazione.
- Costo stimato delle opere pari a 19,4 M€.
- Superficie di impianto: 2,47 ha
- Moduli Sunerg X-MIBC120400BW+H da 400 Wp.
- Producibilità attesa al primo anno: 7,2 GWh





Il parcheggio è suddiviso in tre aree e conseguentemente anche l'impianto fotovoltaico è stato suddiviso in tre sistemi. Ogni area viene denominata Stralcio e su ognuna di esse è stata realizzata una cabina di trasformazione MT/BT per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete MT. Le linee MT sono state collegate ad una cabina di raccolta posta nelle vicinanze dello stralcio 1. Quest'ultima cabina è stata collegata alla rete MT aeroportuale presso la cabina adiacente (C51bis).

L'impianto fotovoltaico prevede l'impiego di inverter di stringa installati sulle strutture metalliche delle pensiline.

Le linee AC derivate dagli inverter di stringa saranno collegate al quadro di parallelo BT sito nelle relative cabine di campo.

In dettaglio l'impianto presenta:

- 4988; 4815; 4204 moduli fotovoltaici da 400Wp monocristallini rispettivamente per stralcio 1, 2 e 3;
- 1995,2 kWp stralcio 1; 1926 kWp stralcio 2 e 1681,6 kWp stralcio 3
- 3 cabine di campo con funzione di parallelo linee inverter e trasformazione BT/MT per il collegamento alla rete MT. Al quadro BT power center delle cabine verranno connessi i cavi
- provenienti dagli inverter di stringa;
- 3 cavidotti interrati eserciti in media tensione (20 kV) per il collegamento delle cabine di campo
- alla cabina di raccolta;
- Linee di comunicazione in fibra ottica che collegano tra di loro le cabine di campo, la cabina di raccolta e si connettono al sistema di monitoraggio AdR per il telecontrollo dell'impianto fotovoltaico;
- 1 cabina di raccolta per smistamento e protezione MT a 20 kV.



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA

Sono state installate pensiline a singola falda per un n. di moduli pari a 6 ed a doppia falda per 12 moduli.

I cavi adottati sono con conduttore in alluminio a corda rigida rotonda, isolati con una mescola isolante HEPR, schermati per mezzo di nastri di rame. La guaina protettiva è realizzata con PVC, l'armatura con piattine di acciaio zincato e la guaina esterna con mescola PVC di qualità Rz colore rosso.

I cavi adottati per l'impiego nell'impianto fotovoltaico sono di due tipologie, cavi solari H1Z2Z2-K per il collegamento degli impianti in corrente continua e cavi FG16OR16 per i collegamenti in corrente alternata.

Sono stati posati 3 cavidotti per il collegamento degli stralci di impianto in modo da garantire la continuità di servizio anche in caso di guasto su uno stralcio o su uno dei cavidotti. Lo schema elettrico della rete MT sarà quindi radiale.

Il trasporto dell'energia avviene mediante l'utilizzo di cavi interrati e posati entro tubazioni in PEAD Ø200 in trincea su letto di sabbia di circa 5cm. All'interno dello scavo è stato altresì posato un tritubo in PEAD con diametro 50mm² per il contenimento dei cavi di segnale fibra ottica, posati sempre nello strato di sabbia



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA

È stato previsto un trasformatore elevatore 0,4/20 kV da 2000 kVA per ciascuna cabina di campo. Un altro trasformatore più piccolo è dedicato ai servizi ausiliari di cabina.

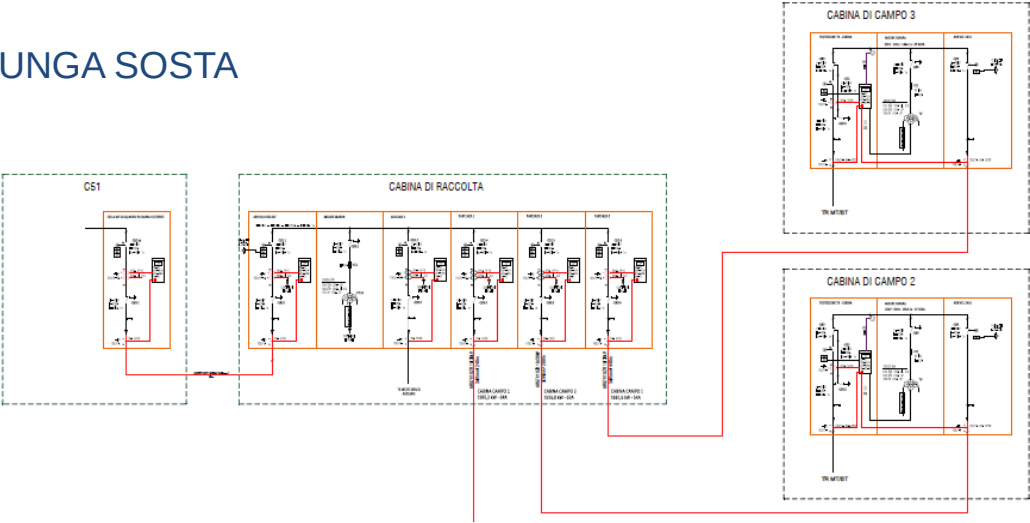
Il dispositivo di interfaccia comune ai tre stralci è stato installato all'interno della cabina di raccolta ed agirà sull'interruttore di arrivo della linea MT mediante un apposito relè (SPI) che implementa i controlli previsti dalla normativa.

Qual ora ci fosse un guasto e il relè (SPI) non riuscisse ad operare la tempestiva apertura dell'interruttore, è stato previsto un ricalzo nell'interruttore presente nella nuova colonna di MT inserita nella cabina C51. Il comando al dispositivo di ricalzo sarà realizzato mediante un cavo che mette in comunicazione i due dispositivi elettronici di controllo degli interruttori. Il collegamento e la logica implementata saranno dunque tali per cui il relè SPI presente nel quanto MT della cabina di raccolta, che azionerà il dispositivo di interfaccia (DDI), alla mancata apertura dell'interruttore, invierà un segnale al relè previsto nella cella aggiunta al quadro MT della cabina C51, in modo tale che venga aperto l'interruttore presente nella nuova cella.

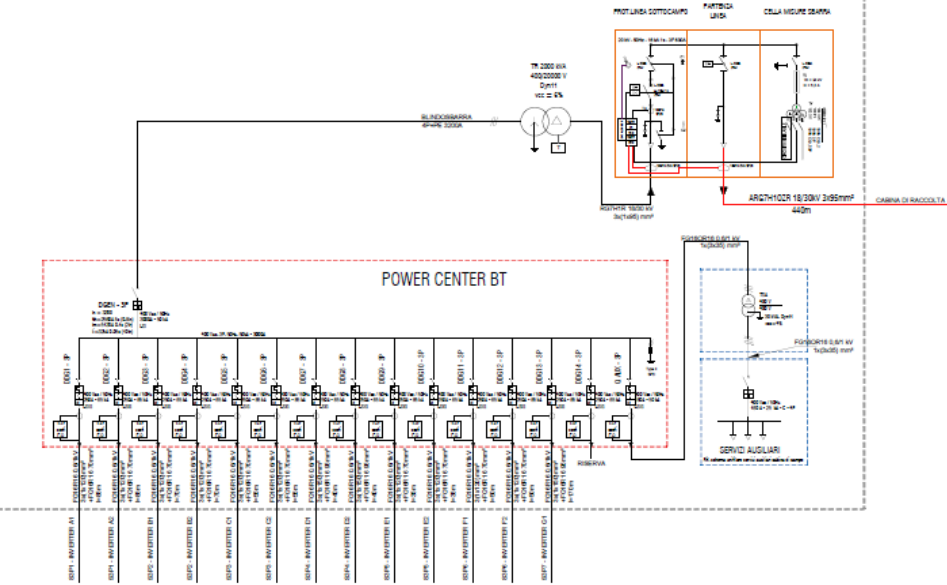
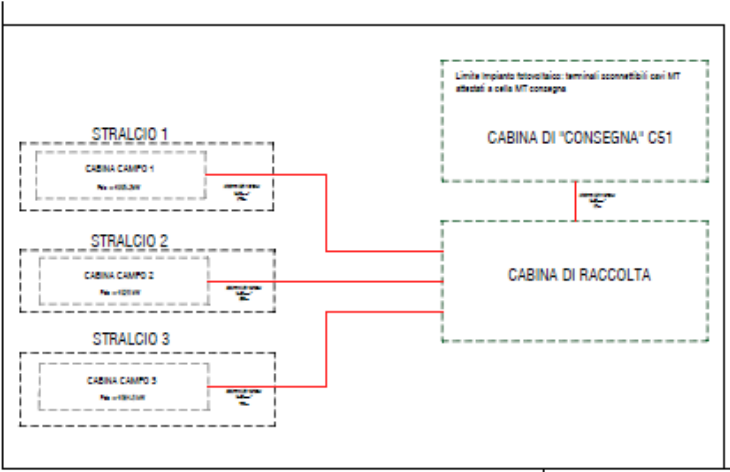


LOTTI PROGETTUALI - PANORAMICA

FOTOVOLTAICO LUNGA SOSTA



CABINA CAMPO 3



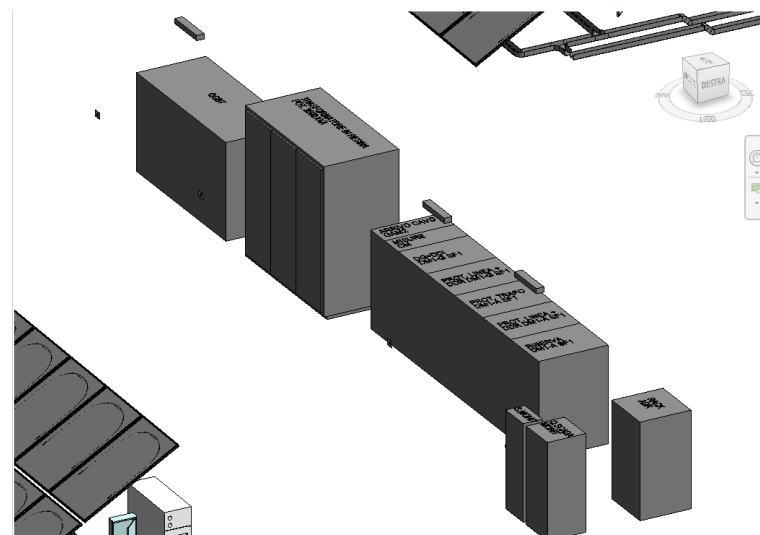
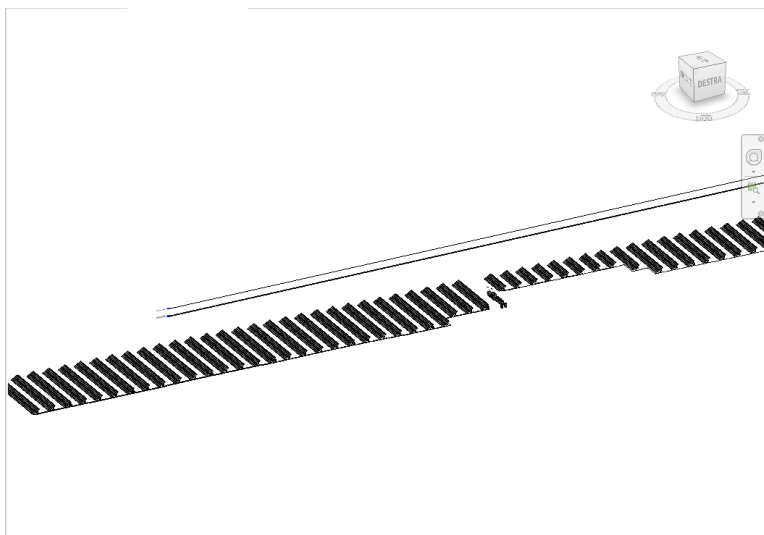
Emanuele Zennaro



LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

SOLAR FARM CIAMPINO

- Impianto su strutture di tipo fisso.
- Potenza pari a 2,7 MWp. Prevede 6.804 moduli, 25 inverter, 2 cabine di trasformazione. Le linee in cavo MT saranno attestate nella cabina esistente C5 che sarà ampliata con un nuovo scomparto.
- L'intervento richiede la Procedura Abilitativa Semplificata di competenza del Comune di Fiumicino.
- Sono state altresì necessarie valutazioni di impatto aeronautico per lo studio dei possibili effetti di abbagliamento sui piloti in volo.
- Costo stimato delle opere pari a 7 M€.
- Superficie di impianto: 1,19 ha
- Moduli da 590 Wp.
- Producibilità attesa al primo anno: 4 GWh

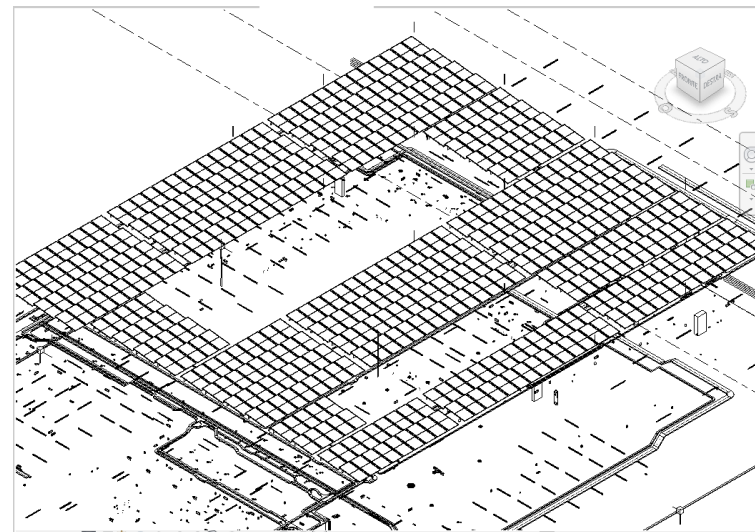
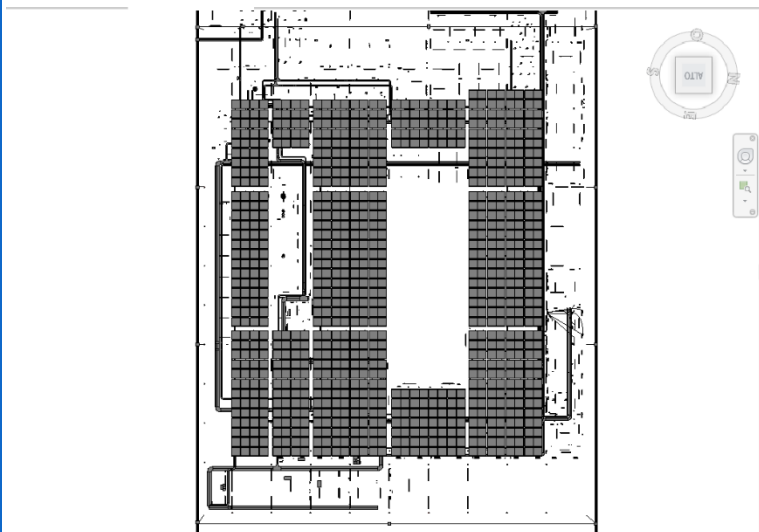




LOTTE PROGETTUALI - PANORAMICA

IMPIANTI FOTOVOLTAICI MINORI

- Impianto fotovoltaico sulla copertura piana della caserma dei Vigili del Fuoco da 243 kWp.
- Produzione di energia elettrica stimata annua di 319 MWh.
- Moduli fotovoltaici su zavorra orientati a 173° e con un angolo di tilt di 7°.
- N° 3 inverter di stringa – due da 100 kW ed uno da 66 kW.
- Impianto in parallelo alla rete conforme alla norma CEI 0-21.





STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

Gli studi hanno lo scopo di descrivere la valutazione degli eventuali ostacoli e/o pericoli alla navigazione aerea dovuti alla realizzazione di un impianto fotovoltaico lato pista dell'aeroporto di Fiumicino.

È stata eseguita una valutazione del potenziale impatto oculare dovuto all'installazione dell'impianto sia per quanto riguarda i piloti di aerei in avvicinamento alla pista dell'aeroporto sia per gli addetti al controllo del traffico aereo posti in torre di controllo e sia per quanto riguarda gli aeromobili in fase di rullaggio/decollo.

Il sito è interno alla superficie orizzontale interna per cui è soggetto a vincolo aeroportuale ed alle prescrizioni del punto 6.2 della Relazione allegata alle “Mappe di Vincolo – Ostacoli e Pericoli alla navigazione aerea – Edizione 8.0 di Marzo 2013”, pertanto è stato necessario produrre un apposito studio da sottoporre all'ENAC contenente la valutazione dell'eventuale pericolo alla navigazione aerea conseguente all'abbagliamento prodotto dall'impianto fotovoltaico.

La valutazione del rischio di abbagliamento dei piloti è stata affrontata mediante applicativo GlareGauge/ForgeSolar basato sull'algoritmo SGHAT v.3 (Solar Glare Hazard Analysis Tool) sviluppato dal Sandia National Laboratory.

Le simulazioni effettuate, hanno evidenziato l'assenza di fenomeni di abbagliamento persistente sia per i piloti in avvicinamento, sia per gli aeromobili in fase di decollo/rullaggio e la totale assenza di riflessione in direzione degli operatori della torre di controllo.



STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

L'Aeroporto di Fiumicino, che ha codice di riferimento ICAO "4F", è uno scalo aperto al traffico civile e serve esclusivamente operazioni di tipo commerciale (voli di linea e charter di breve, medio e lungo raggio). Lo scalo dispone di 2 piste parallele (16R/34L e 16L/34R) orientate per 161°/341° e di una trasversale (07/25) con orientamento 068°/248° che interseca la pista 16R/34L. È inoltre presente una pista sussidiaria parallela alla pista 16L/34R configurata, allo stato attuale, come taxiway parallela.

Designazione numero RWY	16R	34L
Orientamento magnetico	161°	341°
Dimensioni pista (M)	3902 x 60 PCN 94/F/A/W/T	3902 x 60 PCN 94/F/A/W/T
Resistenza e superficie di RWY	Conglomerato bituminoso	Conglomerato bituminoso
Coordinate THR (WGS 84)	41°48'55.86"N – 012°13'34.91" E	41°46'55.17"N - 012°14'25.44"E
Elevazione THR, elevazione massima TDZ della pista per avvicinamenti di precisione	THR 6.6 FT (2.0m) - TDZ 7 FT (2.1m)	THR 7.3 FT (2.2m) - TDZ 8 FT (2.4m)
Pendenza di RWY- SWY	Vedi AOC in vigore	Vedi AOC in vigore
Dimensione SWY (M)	NIL	NIL
Dimensioni CWY (M)	60 x 150	60 x 150
Dimensioni strip (M)	4022 x 300	4022 x 300
Dimensioni RESA (M)	90 x 120	90 x 120



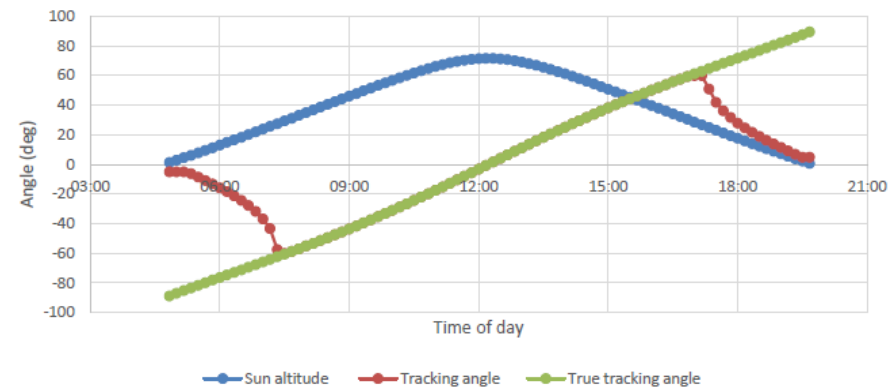
STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

L'impianto fotovoltaico a inseguimento monoassiale con asse N-S. L'impianto è dotato di sistema di backtracking, e presenta, al fine di garantire la compatibilità aeroportuale un **resting angle limitato a 5°**, in fase di backtracking i pannelli non potranno quindi mai portarsi in posizione perfettamente orizzontale.

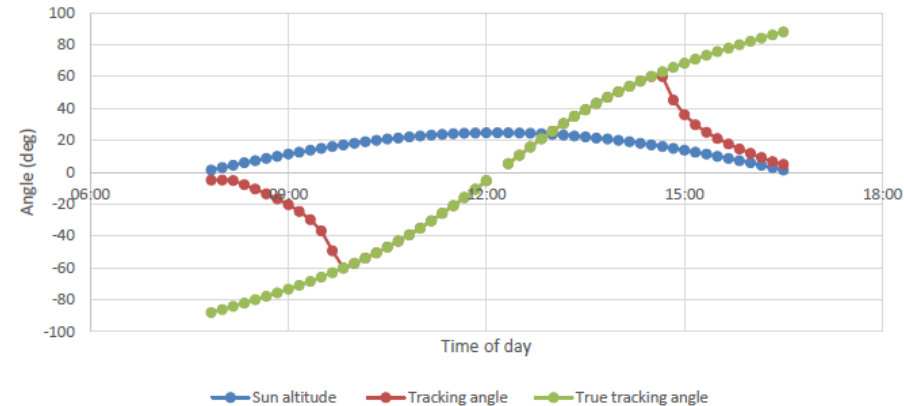
Un sistema con backtracking e resting angle di 5° funziona nel seguente modo:

- Inizia la giornata in posizione suborizzontale con inclinazione a 5° verso Est per limitare il mutuo ombreggiamento tra tracker
- Al crescere dell'altezza solare aumenta l'angolo vista la riduzione delle ombre
- Quando le ombre non sono più significative segue l'altezza solare (true tracking angle)
- Al pomeriggio non appena le ombre diventano significative si riattiva il backtracking
- Al tramonto la posizione è suborizzontale con inclinazione limitata a 5° verso ovest
- Durante la notte i pannelli si riportano in posizione iniziale per la mattina

PV EO 1 - Solstizio d'estate



PV EO 1 - Solstizio d'inverno

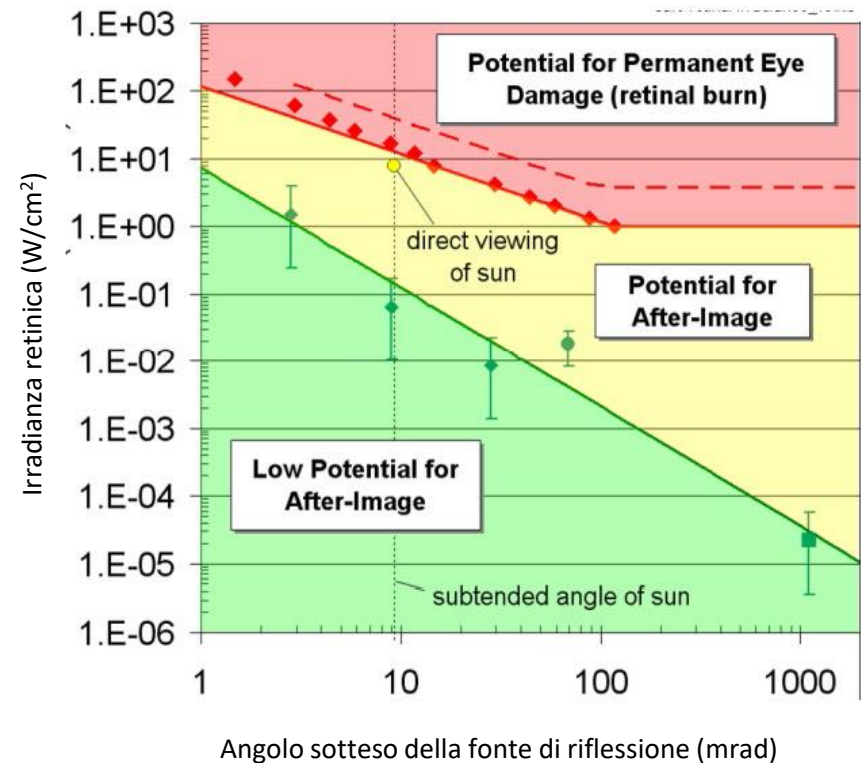




STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

La simulazione è stata effettuata con il tool ForgeSolar GlareGauge basato sull'algoritmo SGHAT v.3 sviluppato dal Sandia National Laboratory. Il tool rappresenta un'evoluzione della metodologia SGHAT v.2 che consente la valutazione completa dell'abbagliamento nelle due miglia a partire dalla soglia della pista, non limitandosi pertanto alla valutazione in singoli punti (generalmente scelti ogni $\frac{1}{4}$ di miglio). Il tool permette quindi di determinare l'intero potenziale di abbagliamento per aerei in avvicinamento alla pista anche nei casi in cui tale abbagliamento si verificasse solo in posizione intermedia tra i quarti di miglio valutati dalla versione precedente.

Il potenziale di impatto oculare viene valutato in base all'irradianza retinica e all'angolo sotteso della fonte della riflessione come indicato nel seguente grafico comune a tutte le versioni dei software SGHAT ed originalmente ottenuto dal fit di alcuni dati di letteratura riguardanti gli impatti oculari.





STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

PV EO 1	
Impianto a inseguimento	Si
Tipologia di inseguimento	Monoassiale
Orientamento	180°
Max tracking angle	60°
Resting angle	5°
Potenza nominale	538 kWp
Variazione della riflettività	Si
Diametro pupilla	0.002 m
Intervallo di simulazione	1 minuto
Materiale superficie FV	Light textured glass with ARC
Timezone	1.0
Angolo solare sotteso	9.3 mrad
Radiazione di picco	1000 W/m ²
Ground coverage ratio	0.453
Lunghezza focale oculare	0.017 m

- RWY 34R

Point	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
Threshold	41.812637	12.275454	0	15	15
2-mile point	41.785032	12.287003	1	182	184

- Torre di Controllo

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
1	41.796023	12.252532	2	52	54



STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO



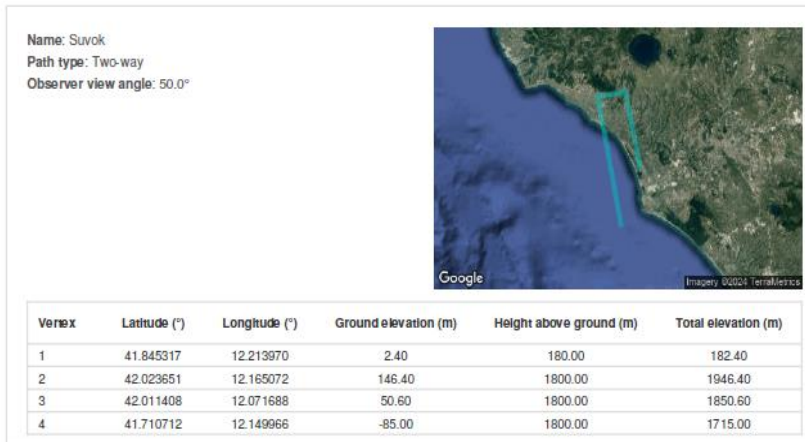


STUDI AERONAUTICI SUI POSSIBILI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO

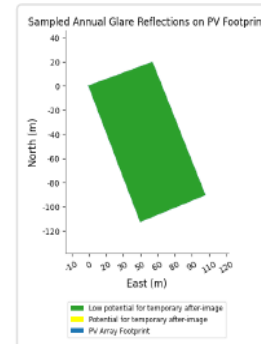
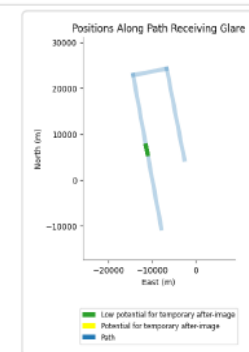
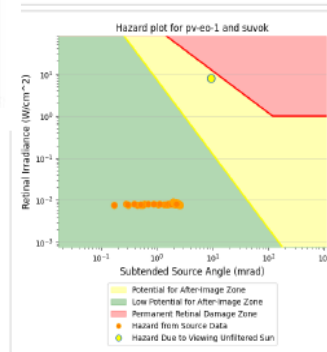
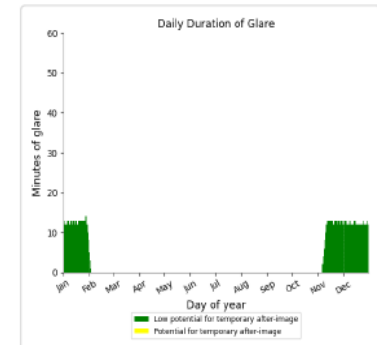
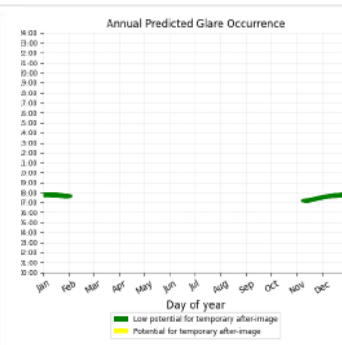
PV EO 1 and Route: Suvok

Yellow glare: none

Green glare: 1,062 min.



La simulazione ha evidenziato la presenza di una riflessione in direzione degli aerei in fase di avvicinamento per circa 18 ore all'anno. Ad ogni modo tale riflessione è classificabile per area sottesa e per intensità luminosa nell'area "verde" del diagramma di impatto oculare, pertanto tale riflessione non è significativa ai fini della valutazione del rischio di abbagliamento. Si ricordi a tal proposito come la stessa visione di un oggetto sia fisicamente legata alla riflessione di una parte della radiazione solare incidente.



Emanuele Zennaro

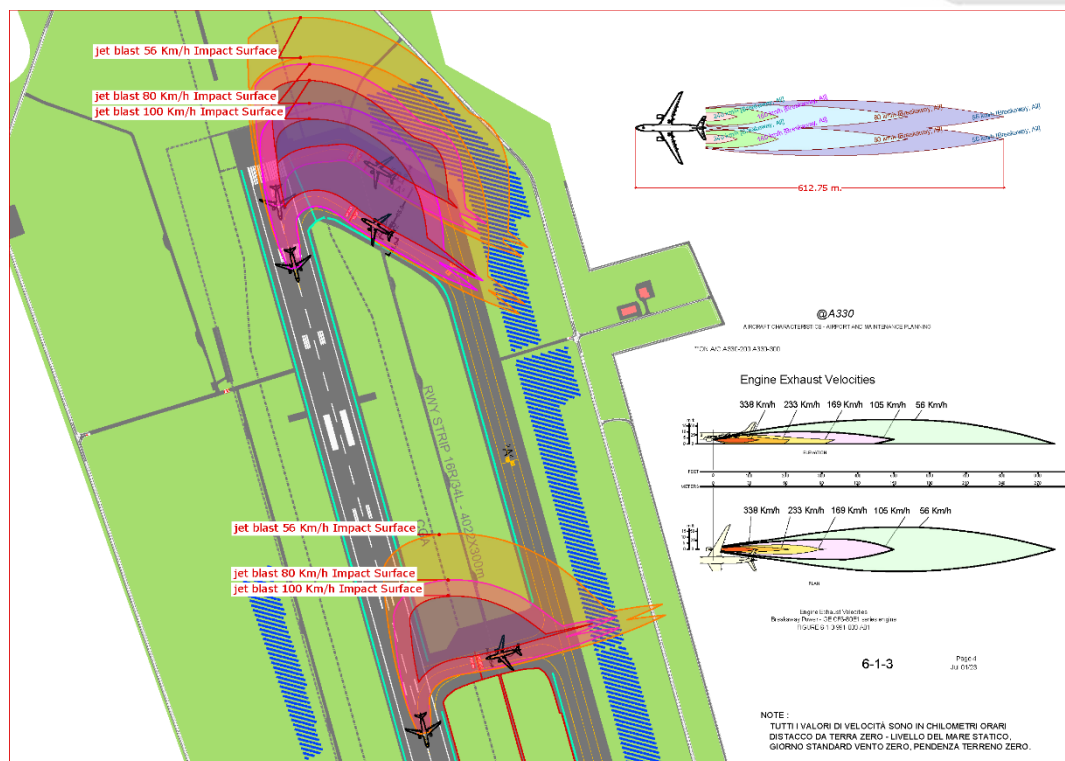
La produzione di energia e la decarbonizzazione: impianti fotovoltaici e solar farm

ANALISI INTERFERENZE DEL JET BLAST SUI PANNELLI FOTOVOLTAICI

Con Jet blast in aeronautica si definisce la turbolenza dell'aria prodotta dai motori di aeromobili a reazione, in particolare durante il decollo.

Un grande aereo con motore a reazione è in grado di produrre uno spostamento d'aria che può raggiungere la velocità di 190 km/orari, a 60 metri di distanza con il motore al 40% della potenza massima.

Questa turbolenza può costituire pericolo per persone, veicoli o altri oggetti non schermati che si vengano a trovare dietro l'aereo.





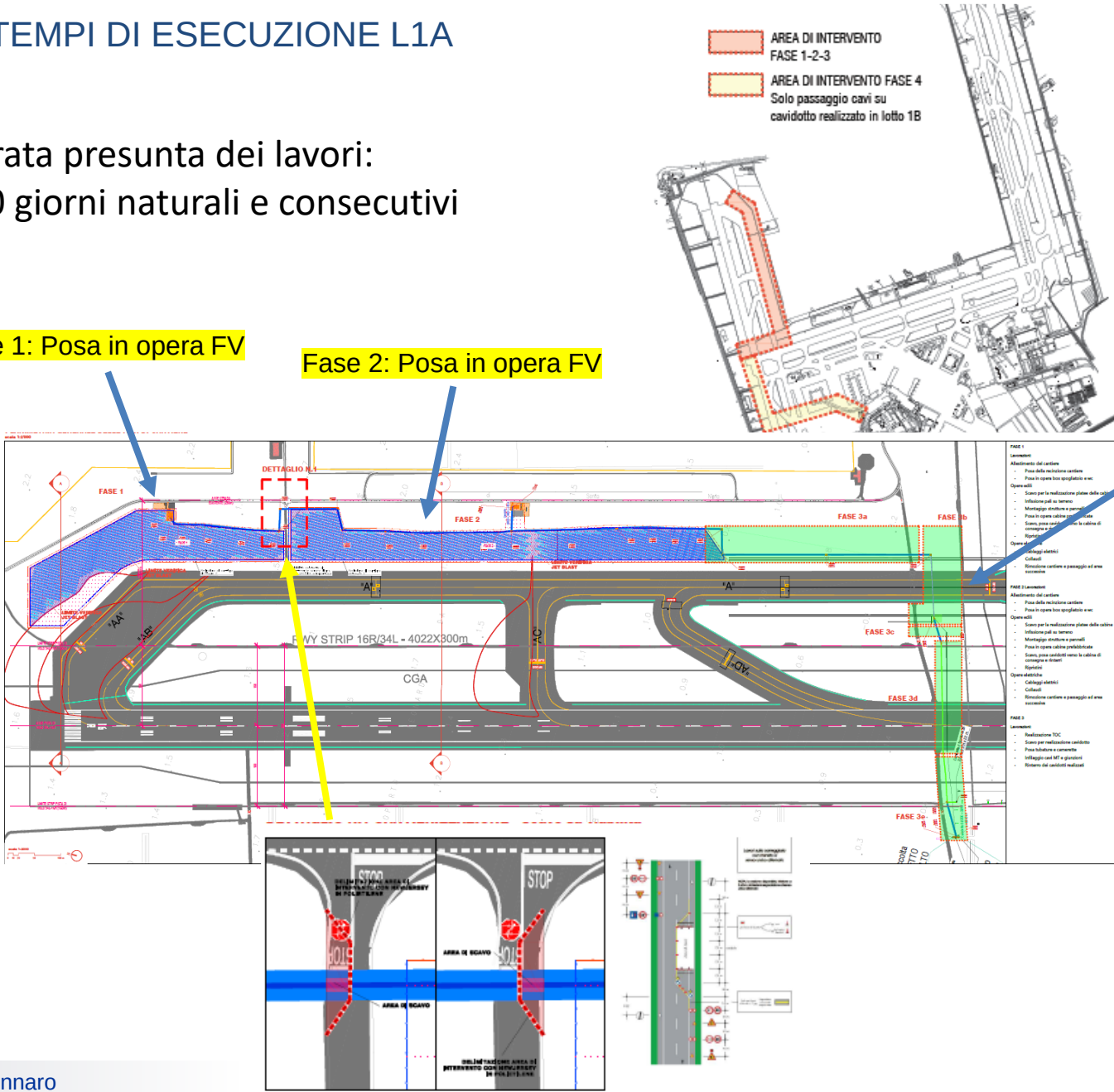
FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1A

Durata presunta dei lavori:
300 giorni naturali e consecutivi

Fase 1: Posa in opera FV

Fase 2: Posa in opera FV

Fase 3: Cavidotto
mediante TOC e
camerette



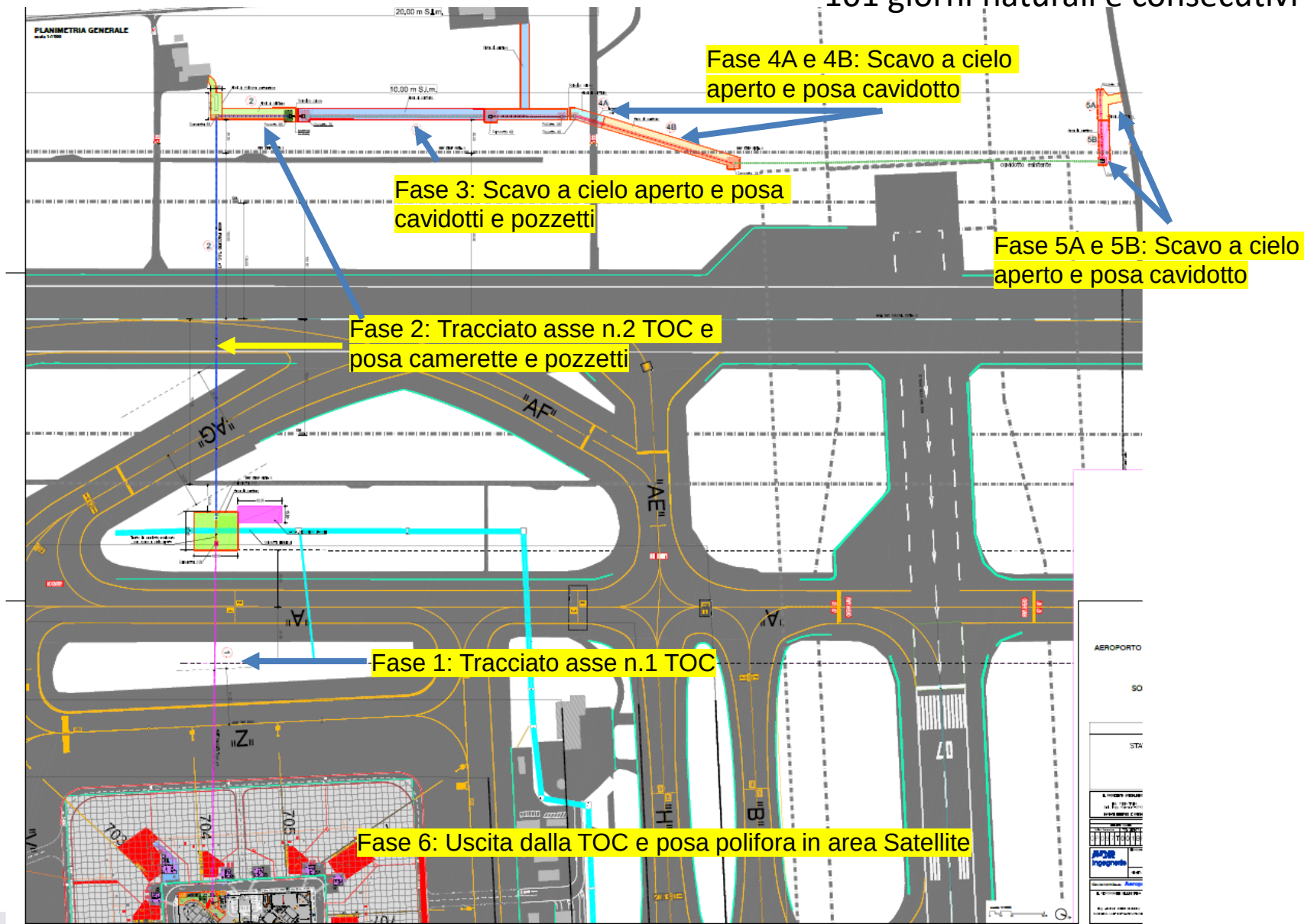
Emanuele Zennaro

La produzione di energia e la decarbonizzazione: impianti fotovoltaici e solar farm



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

Durata presunta dei lavori:
101 giorni naturali e consecutivi



Emittente Zennaro

La produzione di energia e la decarbonizzazione: impianti fotovoltaici e solar farm



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

Le attività seguiranno un cronoprogramma coordinato tra i lotti.

Sono previste lavorazioni in parallelo per minimizzare l'impatto operativo.

I lavori includono la posa, l'installazione ed i collaudi finali.

Tipologia 1: 2,00 m x 3,00 m x h 2,00m, per un totale di 6 camerette;

Tipologia 2: 2,00 m x 2,00 m x h 1,50m, per un totale di 6 pozzetti di ispezione ordinari;

FASE 1 L1B:

PENALIZZAZIONI:

- Perimetrazione Area di Cantiere sotto al Satellite ovest difficoltà di accesso ai magazzini, vedi particolare cantierizzazione;

- Allestimento del cantiere tra TWY "A" e raccordo "AG", attraversamento dei mezzi di cantiere delle TWY

"Z" e TWY "A" con l'ausilio dei S.A.R.;

- Chiusura notturna delle "TWY A", "TWY Z" e Piazzola 704 per n°3 notti (dalle 22.00 alle 6.00) realizzazione primo foro pilota.

- Chiusura notturna delle "TWY A" e "TWY Z" e Piazzola 704 per n°3 notti (dalle 22.00 alle 6.00) realizzazione secondo foro pilota.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 2 turni di lavoro, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

43 giorni lavorativi, di cui 6 turni in orario notturno.



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 2 L1B:

PENALIZZAZIONI:

- Allestimento area di cantiere per posizionamento perforatrice TOC. n°2;
- Chiusura notturna della "RWY 16R/34L per n°3 notti (dalle 22.00 alle 6.00) realizzazione primo foro pilota.
- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°3 notti (dalle 22.00 alle 6.00) realizzazione secondo foro pilota.
- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°2 notti (dalle 22.00 alle 6.00) per posa in opera camerette, interferenza gru per sollevamento prefabbricato con superficie di transizione.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 2 turni di lavoro, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 41 giorni lavorativi, di cui 11 turni in orario notturno.



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 3 L1B:

PENALIZZAZIONI:

- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°1 notte (dalle 22.00 alle 6.00) per posa in opera cameretta e pozzetti scavalco, interferenza gru per sollevamento prefabbricati con superficie di transizione.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 1 turni di lavoro, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 15 giorni lavorativi, di cui n°1 in orario notturno.



FASE E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 4 L1B:

PENALIZZAZIONI:

- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°1 notte (dalle 22.00 alle 6.00) per posa in opera pozzetto prefabbricato e completamento scavalco, interferenza gru per sollevamento prefabbricato con superficie di transizione.
- Parzializzazione della viabilità d'accesso in pista. L'interferenza con il cavidotto andrà risolta consentendo sempre la funzionalità della viabilità.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 1 turni di lavoro, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 10 giorni lavorativi, di cui n°1 in orario notturno



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 4B L1B:

OGGETTO:

Scavo a cielo aperto per posa cavidotto.

PENALIZZAZIONI:

- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°15 notti (dalle 22.00 alle 6.00) per realizzazione cavidotto e posa in opera cameretta prefabbricata, interferenza dei mezzi d'opera necessari alla realizzazione con superficie di transizione.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale e pista di cantiere;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 1 turni di lavoro notturno, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 15 giorni lavorativi (turno notturno).



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 5A L1B:

PENALIZZAZIONI:

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 1 turni di lavoro, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 6 giorni lavorativi.



FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 5B L1B:

PENALIZZAZIONI:

- Chiusura notturna delle "RWY 16R/34L per n°15 notti (dalle 22.00 alle 6.00) per realizzazione cavidotto e posa in opera cameretta prefabbricata, interferenza dei mezzi d'opera necessari alla realizzazione con superficie di transizione.

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

- Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale e pista di cantiere;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

- N° 1 turni di lavoro notturno, 5 giorni su 7.

DURATA LAVORI:

- 15 giorni lavorativi (turno notturno).

FASI E TEMPI DI ESECUZIONE L1B

FASE 6 L1B:

OGGETTO:

Uscita cavidotto dalla TOC e posa polifora in area Satellite – sottovia ferroviaria People Mover.

PENALIZZAZIONI:

·

MODALITA' ACCESSO CANTIERE:

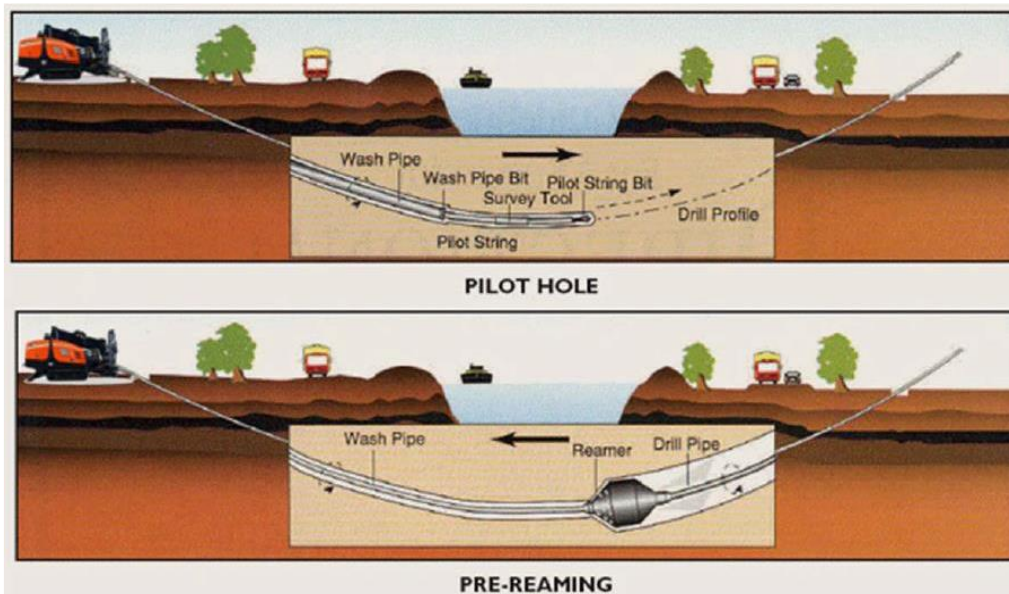
Accesso al cantiere tramite viabilità aeroportuale, accesso dal Varco 1 e percorso su viabilità perimetrale e pista di cantiere;

MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI:

· 5 giorni su 7.

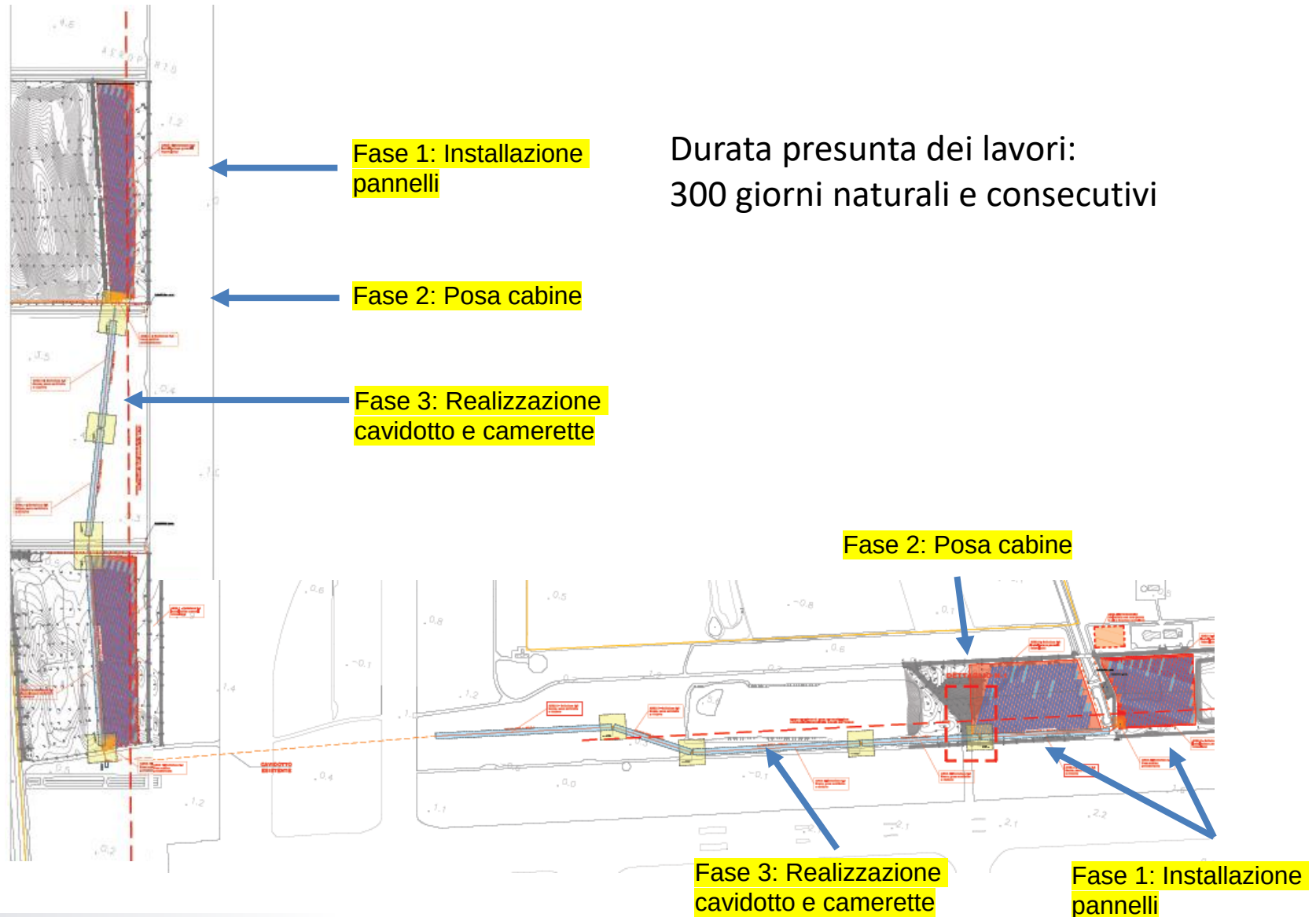
DURATA LAVORI:

· 17 giorni lavorativi





FASE E TEMPI DI ESECUZIONE L2



Durata presunta dei lavori:
300 giorni naturali e consecutivi



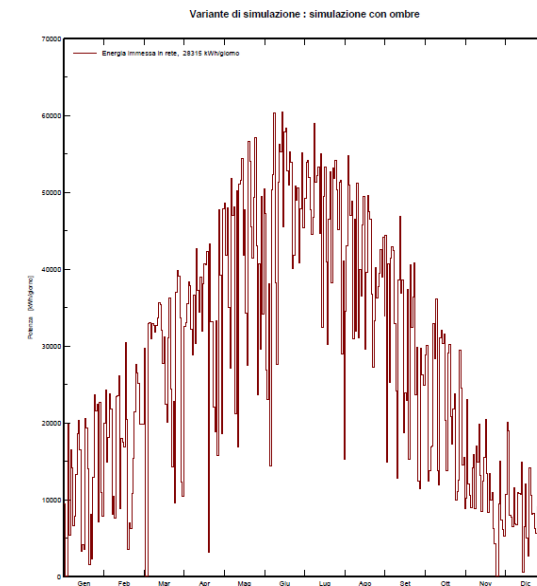
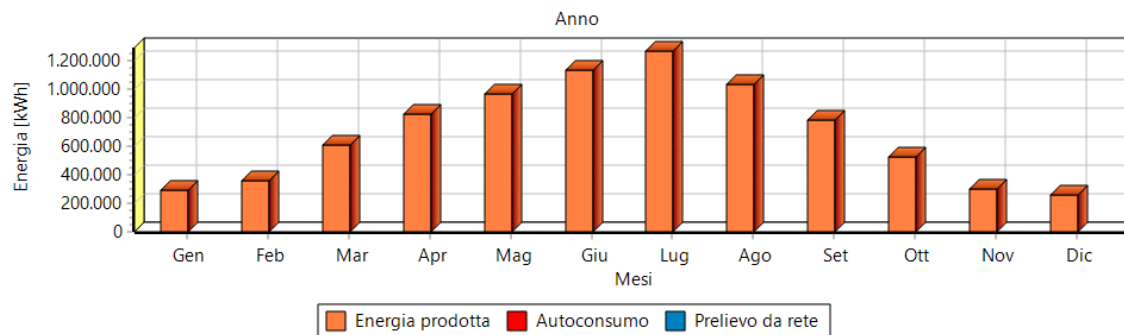
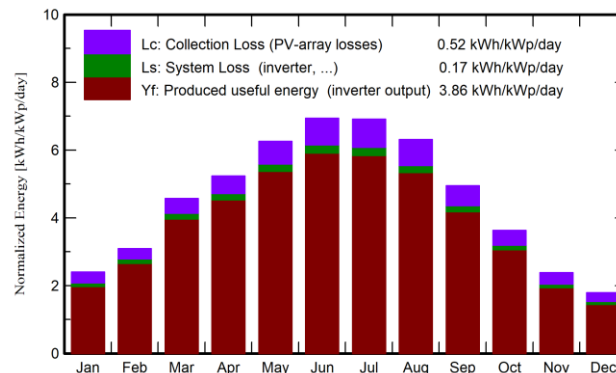
ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

La producibilità complessiva stimata è pari a 65 GWh il primo anno.

Si prevede un importante contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂ e al risparmio di combustibili fossili, con benefici per l'intero contesto aeroportuale.

Non di meno si sottolinea l'importante impatto sociale in termini occupazionali per la comunità fiumicinese per la realizzazione delle opere.

Resa annuale P50 degli impianti fotovoltaici aeroportuali progettati è variabile tra 1,3 ed 1,7 MWh/kWp.





CONTABILIZZAZIONE ENERGETICA

ARCHITETTURA DI MONITORAGGIO

I valori di produzione sono monitorati con gruppi di misura fiscale e sistemi di monitoraggio degli inverter.

Il controllo costante dei consumi elettrici avviene tramite un portale di monitoraggio energetico che viene interrogato per la lettura delle misure non fiscali di energia elettrica, la tele diagnosi, la creazione di report grafici e testuali e la ricezione di allarmi e messaggistica.

Tale sistema consente la lettura da remoto dei consumi di energia elettrica e la gestione, organizzazione e trasmissione dei dati raccolti e aggregati delle letture.



Emanuele Zennaro

La produzione di energia e la decarbonizzazione: impianti fotovoltaici e solar farm



I dispositivi di misura sono installati all'interno dei:

- nuovi quadri elettrici generali di bassa tensione (Power Center) per il monitoraggio dei circuiti principali di uscita dai trasformatori, dei circuiti di alimentazione delle utenze più energivore e di specifici fabbricati.
- Nuovi quadri elettrici di smistamento per il monitoraggio dei consumi a carico dei subconcessionari, degli impianti di smistamento bagagli ed impianti di condizionamento.
- Nuovi quadri elettrici di zona per il monitoraggio delle utenze di forza motrice, di illuminazione ordinaria e di emergenza, impianti meccanici e locali tecnici.

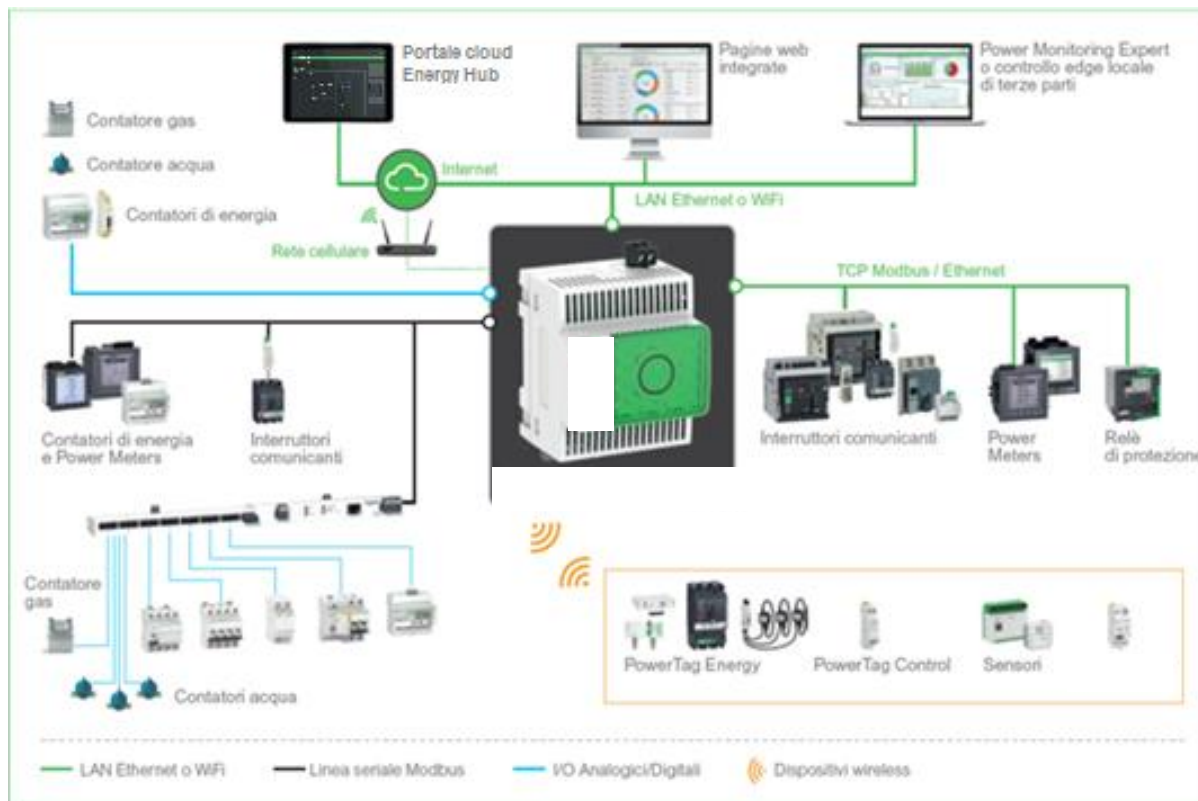
È in corso l'upgrade del sistema sui quadri elettrici esistenti secondo le recenti indicazioni di ENEA utili per la redazione delle diagnosi energetiche.

Si adotteranno dispositivi che sfruttano protocolli di comunicazione aperti e tecnologia wireless Long Range (Lo.Ra), tecnologia di modulazione di frequenza a lungo raggio, bassa potenza ed a basso costo.



CONTABILIZZAZIONE ENERGETICA

ARCHITETTURA DI MONITORAGGIO





CONCLUSIONI

Le iniziative rappresentano un modello di efficienza e sostenibilità. Contribuiscono alla transizione energetica dell'aeroporto e integrano le infrastrutture della rete elettrica interna di utenza, con ricadute ambientali, energetiche, occupazionali e dunque economiche positive.

Sono stati presentati gli step che compongono l'attività di progettazione applicata all'interno della società ADR Ingegneria SpA, con una forte spinta all'adozione della metodologia BIM.

La progettazione siffatta non si adotta solo per appalti di grandi dimensioni, ma si ripete anche per le opere «minori».

Sono state presentate le Solar Farm già realizzate e quelle che inizieranno ad essere costruite nel breve periodo in numeri, aspetti di cantierizzazione, e dettagli impiantistici.

Si è fatto riferimento all'importanza del risultato che si otterrà in termini di producibilità e che verrà tenuto sotto controllo, insieme con i consumi elettrici da rete locale.

