

REGIONE ABRUZZO

Comune di
MONTEFERRANTE
(Prov. di Chieti)

P.zza Città dell'Aquila 1 66030 - Montazzoli (CH)
Telefono 0872.947126 Fax: 0872.947131

COMMITTENTE: **Edison Rinnovabili Spa**

Reg. Imprese di MILANO - MONZA - BRIANZA - LODI e C.F. 01890981200
Partita IVA 12921540154 - REA di Milano 1595386
Codice destinatario RWWYUTX

Sede Legale: Foro Buonaparte, 31 - 20121 MILANO
Tel. +39 02 6222 1 - PEC: rinnovabili@pec.edison.it

Oggetto:

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO
MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI
E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI
- INTERVENTO IR6 -**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA IDROLOGICA E SISMICA

Il Geologo
(Geol. Nicola Tullo)



SGAA SRL
GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE
Via Antonio Gramsci n. 1 - 66041 ATESSA (Ch)
Codice Fiscale 02704700695 - Partita IVA 02704700695
Tel. 0872865994 - Cel. +393803047937
E-mail: nicola.tullo@sgaa.it PEC: sgaa@pec.sgaa.it

SCALA

DATA

07/03/2023

TAVOLA

B

00	07/03/2023	PROGETTO DEFINITIVO	
Rev.	Data	Note	Rif. Documento

AS_GIU_A390_

Rif. Documento

INDICE

1.0 PREMESSA	2
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
3.0 CARATTERI GEOMORFOLOGICI E PIANO STRALCIO DI BACINO	8
4.0 CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI	12
5.0 MODELLO GEOLOGICO	12
6.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	14
<i>6.1 Categoria di suolo di fondazione</i>	<i>17</i>
<i>6.2 Condizioni topografiche e amplificazione topografica</i>	<i>18</i>
7.0 CONCLUSIONI	19

IN ALLEGATO

Schede siti nuovi aerogeneratori

1.0 PREMESSA

Su incarico della *Edison Rinnovabili S.p.A.*, è stato eseguito uno studio geologico, geotecnico, idrologico e sismico preliminare per il progetto di **“adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori – Intervento IR6 – Comune di Monteferrante (CH)”**.

Il progetto consiste nell’adeguamento dell’impianto eolico esistente, realizzato all’inizio degli anni 2000, con la sostituzione delle torri esistenti con aerogeneratori di tecnologia più avanzata che permetteranno di ottenere un incremento di potenza unitaria e complessiva in grado di determinare una consistente riduzione del numero di aerogeneratori attualmente presenti.

Il progetto prevede, quindi, lo smantellamento (smontaggio) di 28 aerogeneratori e relative cabine di macchina e la nuova installazione di soli 5 aerogeneratori della potenza complessiva di 21,0 MW, con relative piazzole, cabine di macchina e stradine di accesso alle piazzole.

La presente relazione illustra:

- i fattori geologici, geostrutturali e geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici e i dissesti in atto o potenziali;
- la compatibilità dell’impianto con il Piano Stralcio di Bacino;
- la successione litostratigrafica generale con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi;
- i caratteri generali della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- i modelli geologico e geotecnico preliminari;
- la sismicità storica dell’area e la “pericolosità sismica di base”.

In allegato, per ciascun aerogeneratore, viene riportata una scheda con la veduta aerea della piazzola e la sua ubicazione sulla Carta Tecnica Regionale Numerica, sulla Carta delle Pendenze e sulla Carta della Pericolosità del Piano Stralcio di Bacino.



Fig.1 - Veduta aerea nuovo impianto

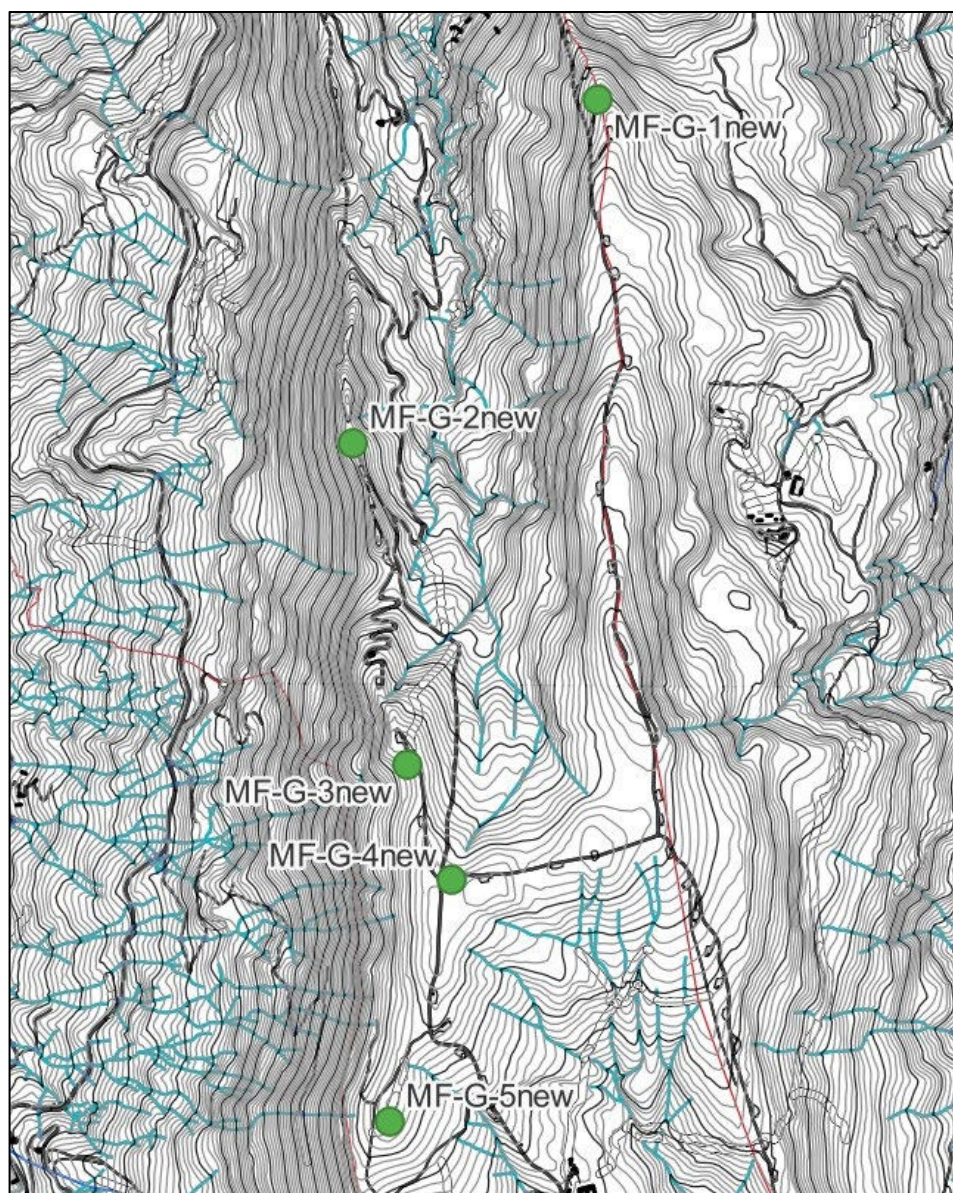


Fig.2 – Ubicazione nuovo impianto su CTR

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio di Monteferrante fa parte di un'area geologicamente molto complessa, definita avanfossa adriatica, formatasi nel Plio-Pleistocene, che si sviluppa da Nord a Sud, dalla Pianura Padana al golfo di Taranto.

La cartografia geologica di riferimento più recente per questo territorio è a tutt'oggi costituita dalla Carta Geologica del Molise di L.Vezzani, F. Ghisetti e A. Festa (2004), a cui si fa riferimento per la datazione e descrizione delle formazioni presenti e di cui si riporta uno stralcio di seguito:

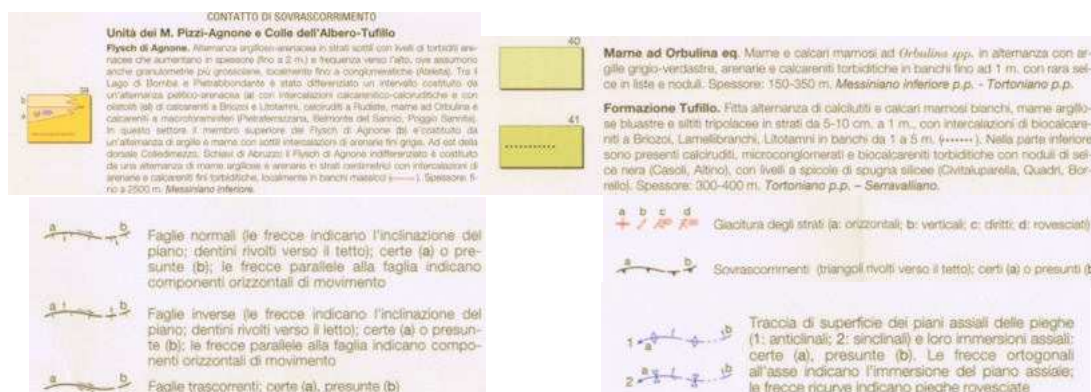
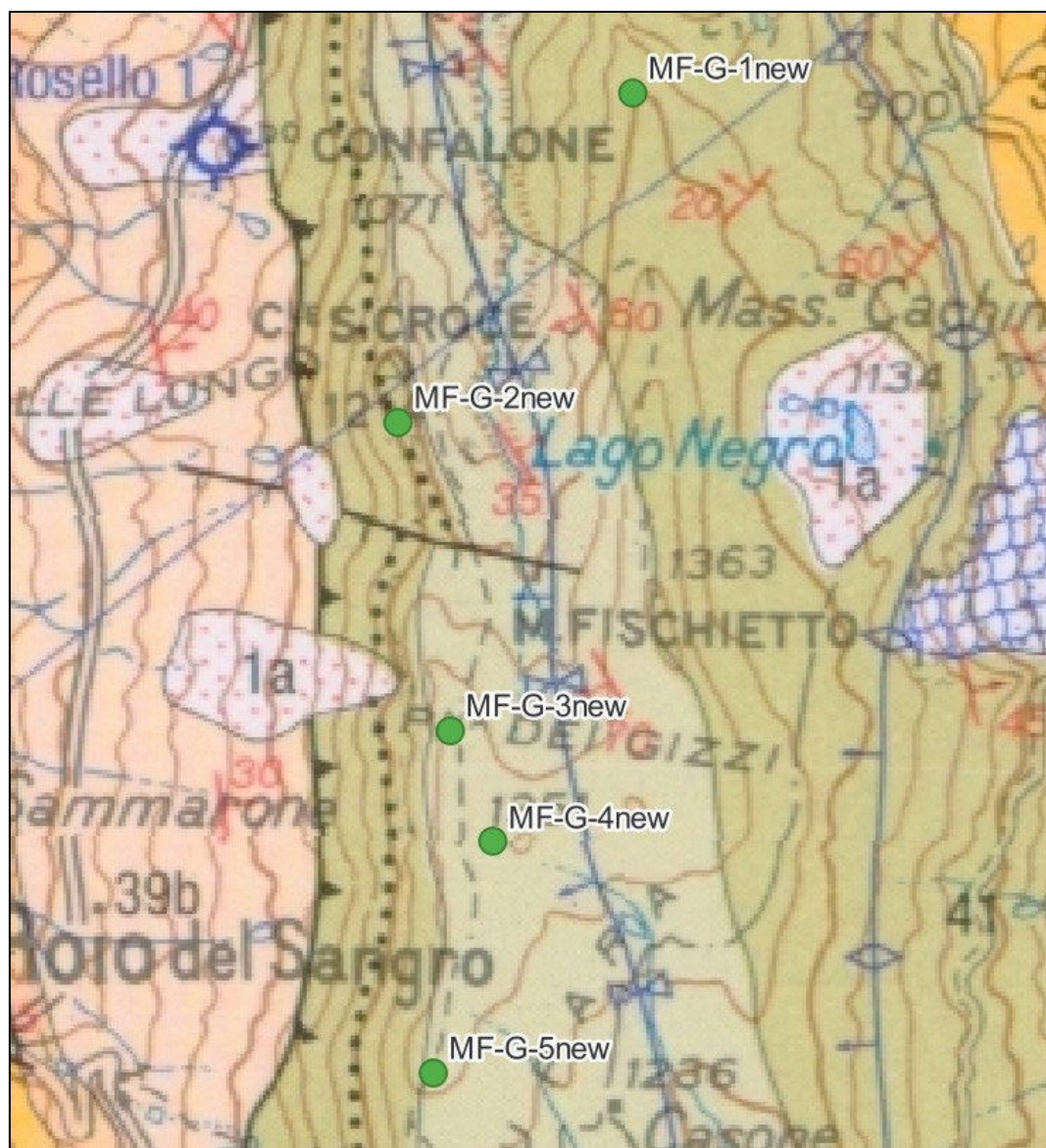


Fig. 3 – Stralcio Carta Geologica del Molise di L.Ghisetti, F.Vezzani e A. Festa (2004)

Dal punto di vista geologico, il territorio è costituito da un complesso di sedimenti marini pelitico-flisciodi del Terziario, noti in letteratura sotto il nome di Coltri Molisano-Sannitiche e

Mesoautoctono Tufillo-Agnone o Colate Gravitative dell'Aventino-Sangro o Alloctono Molisano (Auctt), rappresentati da Argille Varicolori sormontate da due formazioni flischoidi: i calcari marnosi della Formazione di Tufillo (SELLI, 1962) e le argille marnose mioceniche della Formazione di Agnone (SELLI, 1962).

La formazione più antica affiorante nell'area è costituita da un complesso caotico di rocce sedimentarie costituite da diversi litotipi, in prevalenza argilliti varicolori e marne argillose, con colorazioni particolarmente accese, dal rosso vinaccia, al verde chiaro, al grigio per arrivare al nero bituminoso. Altra particolarità, o caratteristica, è l'intensa scagliosità causata da piani di taglio che si incrociano a vario angolo, lungo le cui superfici spesso si rinvengono ricristallizzazioni di gesso secondario. Spesso, all'interno delle Argille Varicolori, si trovano pezzi di calcareniti, diaspri, e calcari marnosi di colore ruggine e marne verdoline tipo pietra paesina.

Fanno seguito alle A. Varicolori tutta una serie di formazioni per lo più di tipo flischoidi: Calcari marnosi e marne argillose e calcareniti e Argille marnose e arenarie.

La prima è conosciuta in letteratura come Formazione di Tufillo (Selli, 1962) ed è rappresentata da un vero e proprio flysch calcareo-marnoso: all'interno della stratificazione si rinvengono strutture tipo slumps a testimonianza della messa in posto da correnti di torbida. Le seconde, note in letteratura come flysch di Agnone, sono un vero e proprio flysch formato da una parte pelitica con intercalati livelli di arenarie. Il meccanismo di deposizione è dovuto a correnti di torbida "diluite".

Tra questi due flysch, calcareo-marnoso e argilloso-marnoso, ci sono le cosiddette Marne ad Orbulina, intensamente tettonizzate e stratificate, il cui ambiente di deposizione è sicuramente di mare abbastanza profondo, dove alla sedimentazione emipelagica si intercalano livelli detritici di natura torbida a testimonianza di vicini margini di scarpata con una tettonica attiva.

Nell'analisi delle strutture geologiche affioranti si è fatto riferimento alla Carta Geologica del Molise di L. Vezzani, F. Ghisetti e A. Festa (2004): secondo questi autori il sistema di unità tettoniche affiorante nell'area in esame è ampiamente sovrascorso sul bacino di avanfossa e sul margine deformato dell'Avampaese Adriatico. Nella complessa geometria osservabile in superficie si nota una distribuzione delle unità tettoniche in grandi sistemi ad arco, troncati trasversalmente da faglie. A tetto dell'intero edificio tettonico poggiano in accavallamento le Unità Molisane e le Unità Sicilidi, come risultato di un sovrascorrimento di elevato rigetto che ha portato queste unità ad affiorare in una zona esterna ad est dell'allineamento tettonico definito della Linea Voltur-Sangro. Le Unità Sicilidi comprendono un complesso altamente eterogeneo e caotico (le suddette Argille Varicolori), che nella zona in esame, si trovano in appoggio tettonico sulle Unità Adriatiche

deformate e mostrano rapporti di involuppo tettonico rispetto alle Unità Molisane dei Monti Frentani, di Colle dell'Albero-Tufillo e dei Monti Pizzi-Agnone. Le Unità Molisane sono geometricamente sovrapposte ad elementi dell'avampaese Apulo deformato: al loro interno sono presenti numerosi orizzonti di scollamento con sviluppo di piani a basso angolo o con piani di taglio subverticali, lungo i quali si evidenziano strutture transpressive a direzione NNE-SSW.

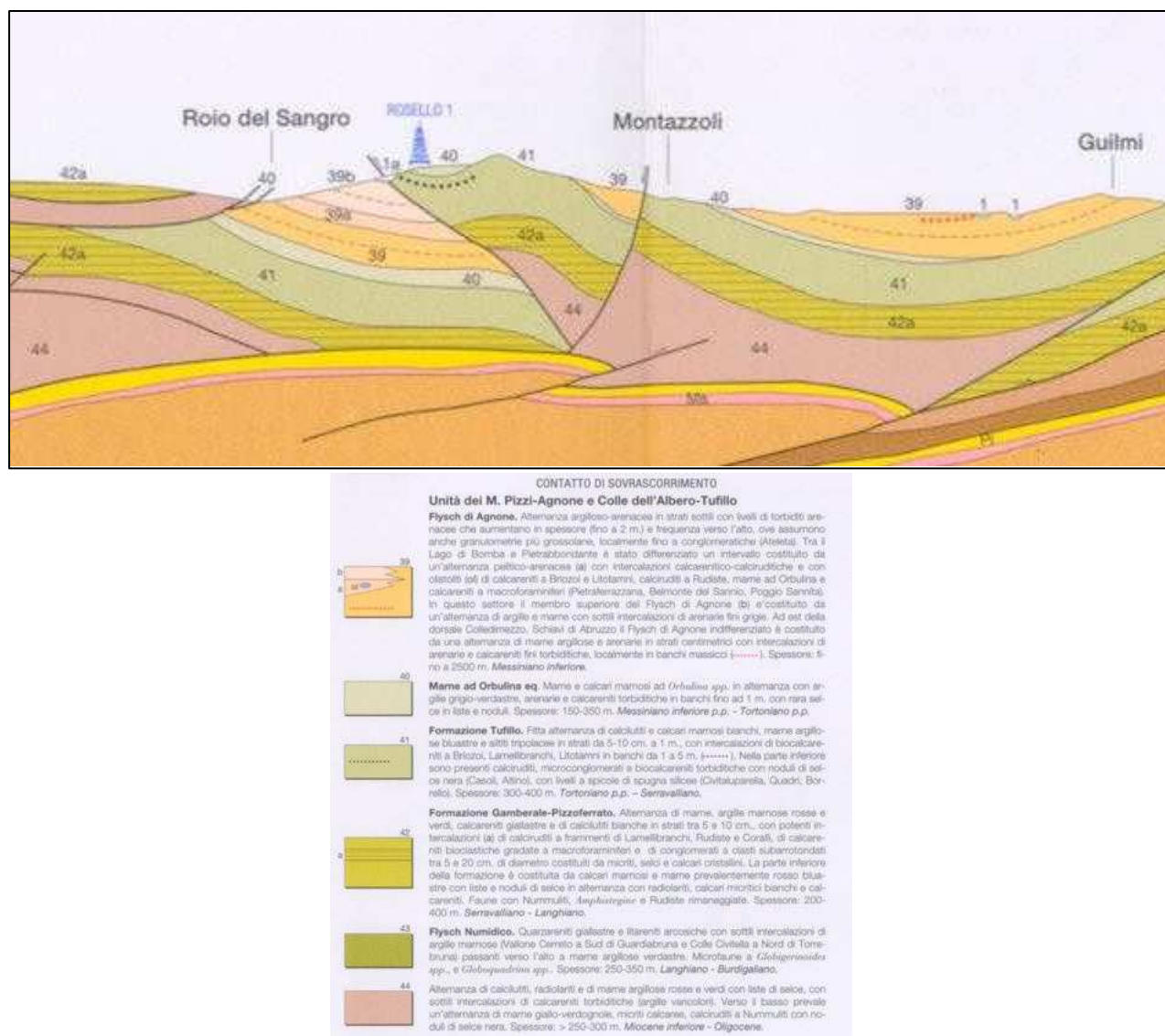


Fig. 4 – Sezione Geologica tratta dalla Carta Geologica del Molise di L.Ghisetti, F.Vezzani e A. Festa (2004)

Le Unità Molisane costituiscono un sistema imbricato, suddiviso, dall'alto verso il basso, in tre Unità principali: Unità dei Monti Pizzi-Agnone, di Colle dell'Albero-Tufillo e dei M. Frentani. La dorsale in esame appartiene all'Unità di Colle dell'Albero-Tufillo, delimitata alla base da un piano di retroscorrimento a direzione NNW-SSE che la giustappone a quella dei M. Pizzi-Agnone.

Gli assetti strutturali che caratterizzano l'area sono, quindi, essenzialmente imputabili ad una tettonica di trasporto orogenico: le formazioni descritte hanno subito notevoli traslazioni orizzontali con spostamenti verso NE ed E.

3.0 CARATTERI GEOMORFOLOGICI E PIANO STRALCIO DI BACINO

Le aree interessate dalle nuove colonne (dalla MF-G-1 new alla MF-G-5 new) sono ubicate sulle zone di cresta di due dorsali: ad occidente, sul crinale di Guado Grande-Colle Santa Croce-Guado Confalone (da MF-G-2 new a MF-G-5 new), ad oriente, sul crinale di M. Fischietto-C.le Letica – M. di Mezzo (MF-G-1new) località ubicate a S e SE dell'abitato di Monteferrante: si tratta nel complesso di due crinali paralleli, allungati all'incirca in direzione N-S con la cima più alta di 1363 m s.l.m. di M. Fischietto.

Come evidenziato nello stralcio della Carta Geologica sopra riportato (fig. 3), nella parte sommitale di tali dorsali affiora la formazione di Tufillo a costituire i due fianchi di una sinclinale il cui asse coincide con l'incisione del Vallone Gufo che scorre anch'esso in direzione meridiana, da Sud verso Nord. Tale sinclinale mostra lungo il suo asse meridiano la presenza di sedimenti marnosi (Marne ad Orbulina) mentre gli strati della Formazione di Tufillo della dorsale occidentale mostrano immersioni verso E e quelli della dorsale orientale verso W: le inclinazioni sono molto variabili da 20 a 50°.

Dal punto di vista geomorfologico, tali crinali, la cui struttura carbonatica presenta un'elevata acclività sia sul versante occidentale sia su quello orientale, continuano verso il basso con una morfologia più varia ed articolata, a luoghi fortemente irregolare, che denota la presenza di un substrato argillo-marnoso inciso dai corsi d'acqua con i loro numerosi piccoli affluenti impostatisi lungo linee di maggiore debolezza litostrutturale.

All'interno di questo paesaggio, le aree direttamente interessate dalla realizzazione delle nuove colonne eoliche sono rappresentate dalle superfici sommitali delle dorsali, articolate in una serie di cocuzzoli, che, a luoghi, evidenziano il substrato calcareo affiorante. Le condizioni di stabilità sono favorevoli per l'alloggiamento delle nuove torri.

Come è visibile nella Carta dell'Acclività riportata di seguito, e nei dettagli allegati, le aree interessate dagli aerogeneratori mostrano pendenze inferiori a 10°: solo parte di qualche piazzuola, che in parte si estende oltre la cresta, interesserà pendenze comprese tra 10 e 20°.

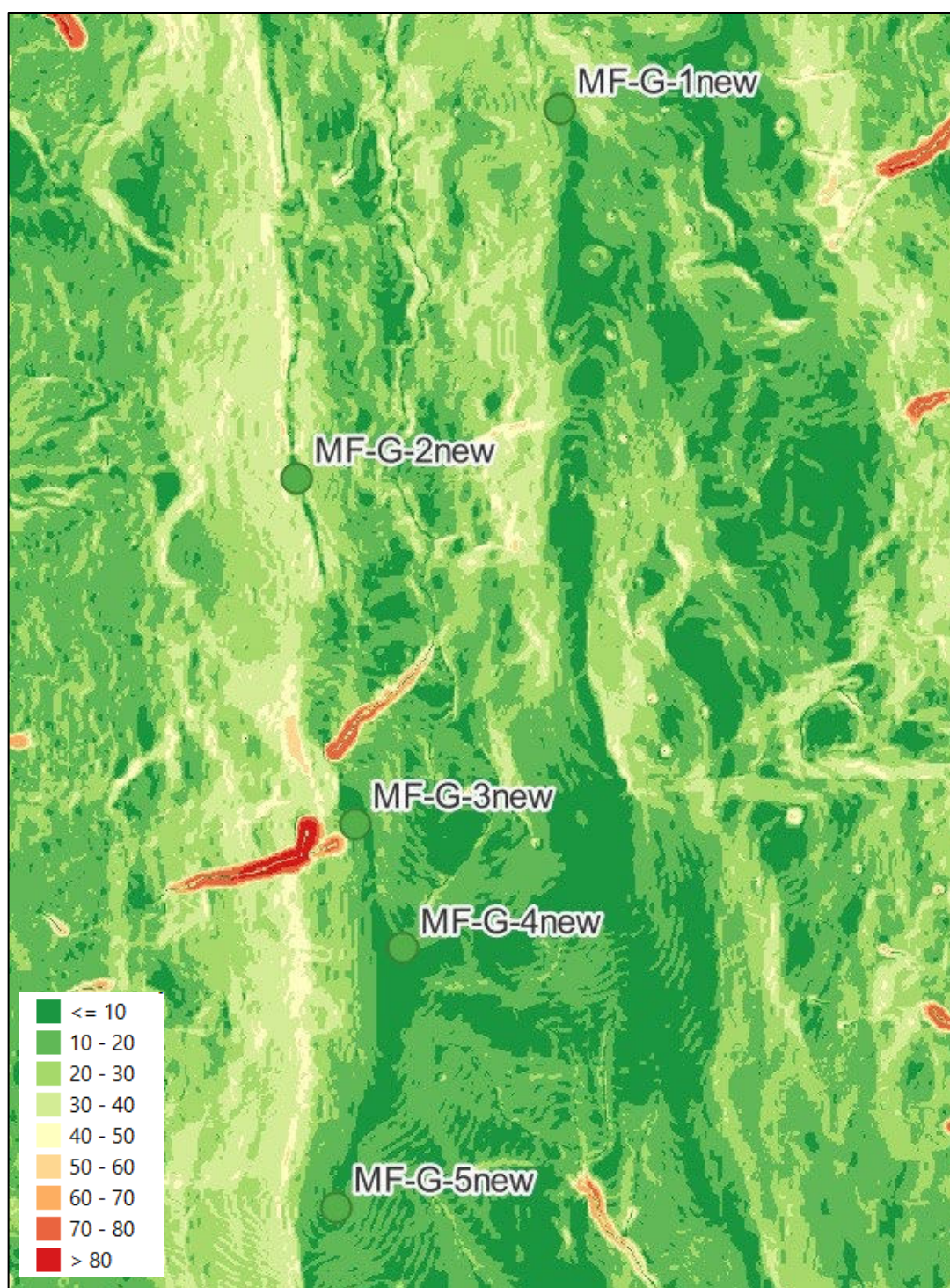


Fig. 4 – Carta dell'Acclività

Tutta la zona è compresa nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" (PAI).

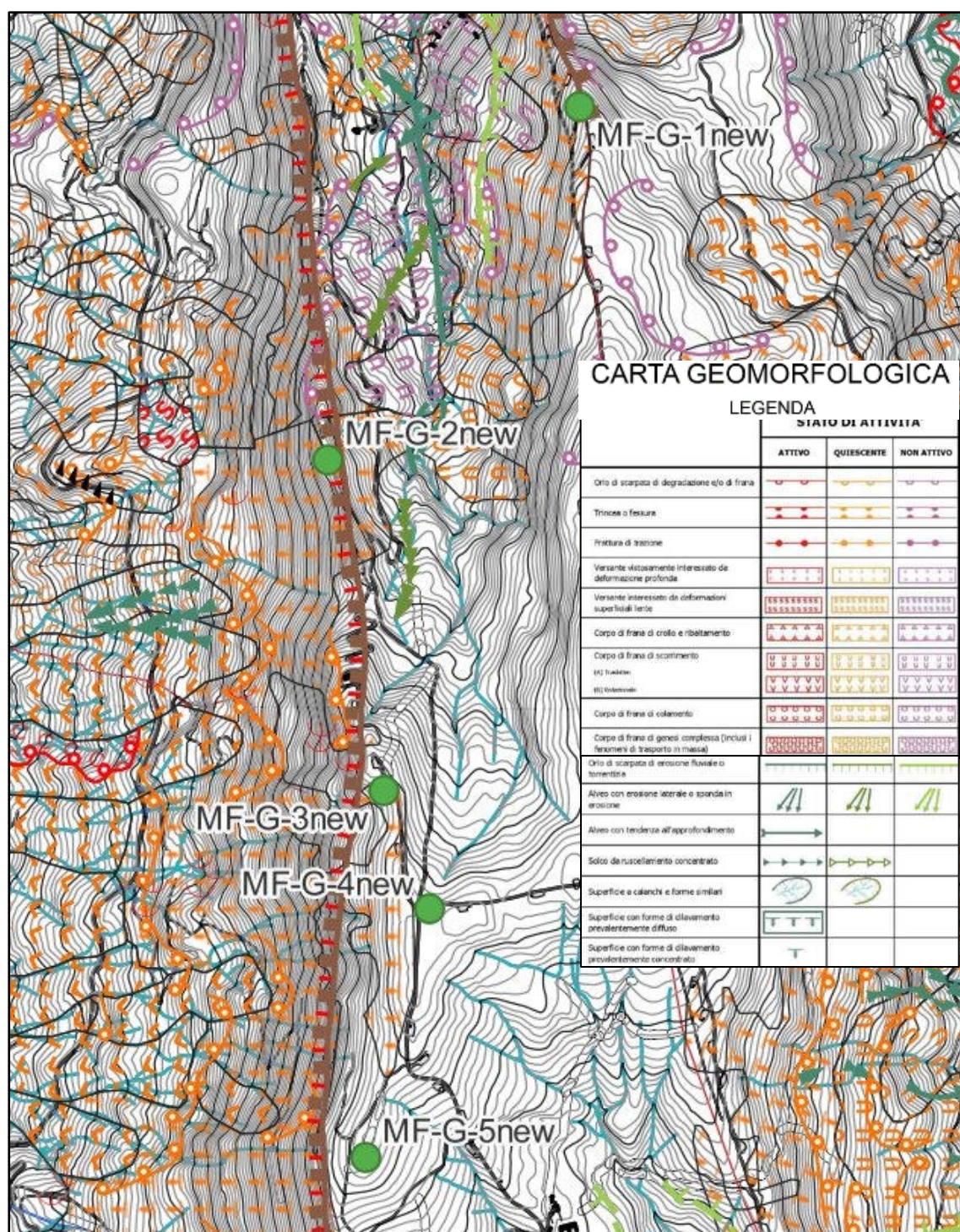


Fig. 5 – Carta Geomorfologica PAI

Nella Carta Geomorfologica del PAI, sopra riportata, si nota che le aree calcaree sommitali, destinate ad accogliere gli aerogeneratori in progetto, non presentano aree interessate da dissesti gravitativi. Alcune torri ricadono al margine di zone indicate come “superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso”, di conseguenza nella Carta della Pericolosità del Piano

Stralcio, riportata di seguito, queste torri risultano inserite in zone a pericolosità moderata P1, ossia interessate da dissesti con bassa possibilità di riattivazione, mentre le altre ricadono in zona bianca.

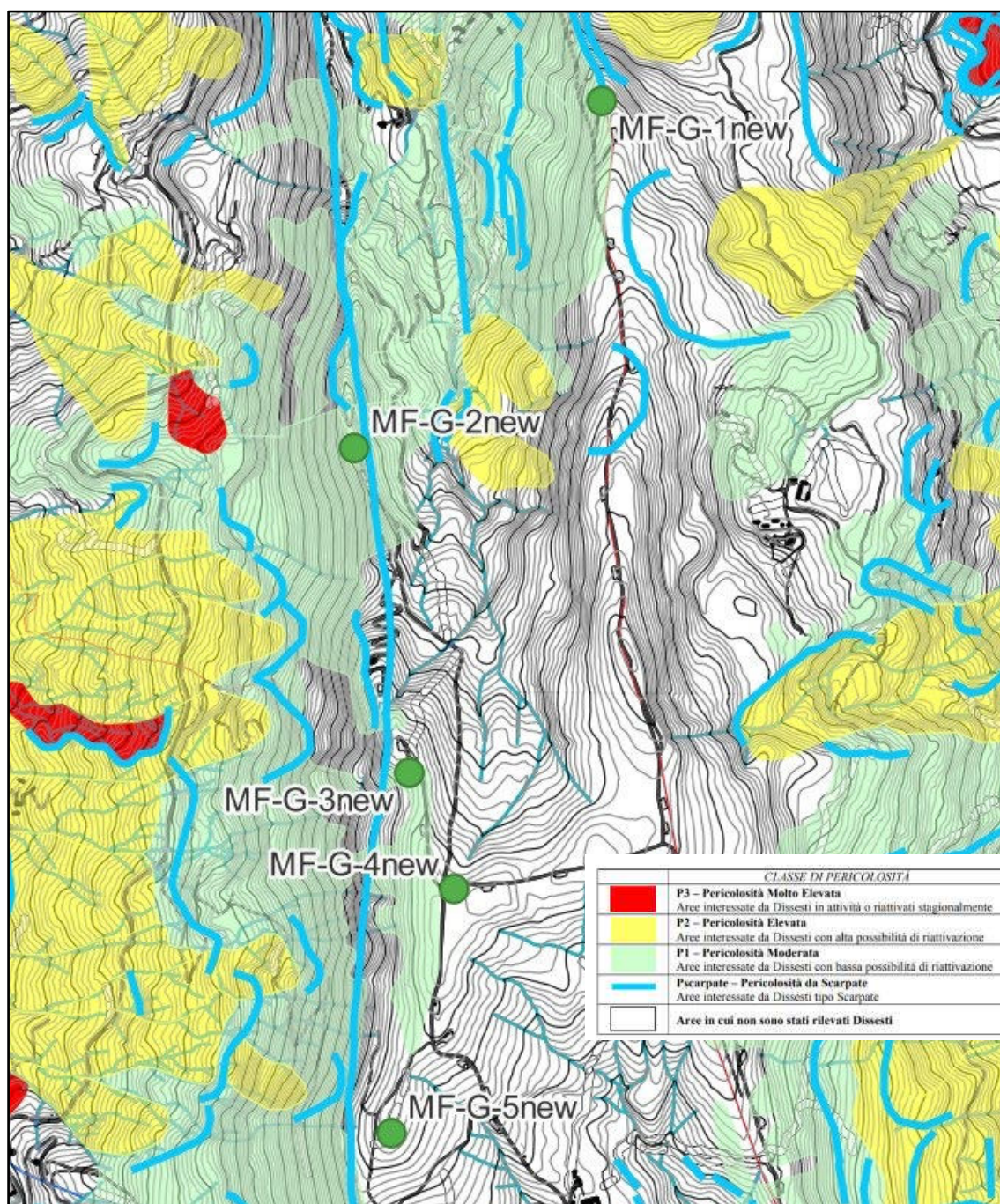


Fig. 6 – Carta della Pericolosità PAI

4.0 CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI

Dal punto di vista idrologico, i crinali interessati, le cui superfici sommitali superano i 1200 m, sono incisi sia sul versante occidentale che orientale da numerosi piccoli fossi a regime torrentizio che risentono delle precipitazioni stagionali come il Vallone Gufo che scorre al centro delle due dorsali in esame.

Sulle dorsali si notano solo alcuni accenni delle testate dei corsi d'acqua che affluiscono nei corsi d'acqua principali, mentre i processi di infiltrazione, abbastanza intensi, hanno favorito lo sviluppo di un modestissimo reticolo carsico con alcune rare manifestazioni di superficie.

La circolazione idrica nei versanti è condizionata, quindi, dalla natura litologica dei terreni presenti: i terreni calcarei delle dorsali risultano molto permeabili per fratturazione, mentre nei sedimenti a prevalente componente argillosa, la permeabilità è molto bassa e le piogge erodono fortemente i terreni formando solchi ed incisioni che si approfondiscono e si ramificano dando luogo ai paesaggi montonati visibili sulla parte inferiore dei versanti.

Dal punto di vista idrogeologico il complesso sistema di fratture favorisce l'infiltrazione, particolarmente intensa, che alimenta le falde idriche che saturano la base delle strutture carbonatiche e drenano verso le sorgenti poste alla base della dorsale, come le sorgenti Fonte dei Banditi e Fonte Coriano sul versante occidentale e Lago Negro, Fonte Pisciarellino, Fonte Gelata e Fonte del Melo su quello orientale.

5.0 MODELLO GEOLOGICO

Le dorsali in esame: il crinale occidentale di Guado Grande-Colle Santa Croce-Guado Confalone su cui verranno installate le nuove torri, da MF-G-2 new a MF-G-5 new, e quello orientale M. Fischietto-C.le Letica-M. di Mezzo su cui verrà ubicata solo la MF-G-1new, sono rappresentate da una successione caratterizzata da alternanze di marne calcaree e calcareniti con colorazioni biancastre e grigiastre. Si tratta di rocce che hanno prevalentemente una composizione granulare clastica con singoli elementi formati da ruditi, frammenti di roccia, areniti e lutiti ben cementati tra loro, tanto da risultare, se integra, molto resistente, ma, a causa delle vicissitudini tettoniche subite, risulta interessata da un'intensa micro e macrofessurazione.

Nel complesso, siamo in presenza di sedimenti fragili fessurati in cui l'intensità della fratturazione è molto variabile, fino a zone in cui la presenza di un fitto reticolo di discontinuità con spaziatura variabile dà all'ammasso roccioso un aspetto caotico.

La formazione affiorante (Formazione di Tufillo) è costituita in prevalenza da strati lapidei con subordinate intercalazioni di livelli pelitici. La parte lapidea è formata da brecciole calcaree e calcareniti, calcilutiti chiare e marne calcaree, mentre la parte pelitica è rappresentata da argille scistose verdastre e marne tenere biancastre. Al di sopra di essa sono presenti alternanze di marne argillose ed arenarie in strati centimetrici con intercalazioni di calcareniti fini torbiditiche, talora in banchi massicci.

A luoghi, dove le superfici sono poco inclinate, la formazione calcareo-marnosa è ricoperta da suoli detritico-regolitici bruno-nerastri di spessore variabile da luogo a luogo, come nella zona di Piana dei Gizzi.

Come riportato nel paragrafo precedente, le condizioni geomorfologiche dei siti di progetto sono buone essendo ubicate solo nelle zone sommitali, mentre per la realizzazione di alcune piazzole i cui margini esterni coincidono con i pendii che delimitano le zone di cresta sarà necessario prevedere opere di sostegno al piede.

Dal punto di vista geotecnico, le precedenti indagini geognostiche e geotecniche condotte su terreni geologicamente simili, (dorsali di Castel Fraiano e Colle dell'Albero rispettivamente nel comune di Castiglione Messer Marino e di Roccaspinaveti), hanno mostrato una certa omogeneità delle caratteristiche fisico-meccaniche dei depositi presenti, trattati come terreni a comportamento prevalentemente attritivo, in quanto rappresentati da marne calcaree e calcari marnosi interessati da diffusa fratturazione.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori medi dei parametri geotecnici ottenuti:

Valori medi dei parametri geotecnici

- Peso unità di volume - γ [t/m³] = 2.2 - 2.3
- Peso unità di volume saturo - γ_{sat} [t/m³] = 2.3 - 2.4
- Angolo di resistenza al taglio - ϕ' [°] = 35 - 45
- Modulo Edometrico - E_{ed} [kg/cm²] = 200 - 360
- Modulo Elastico - E_y [kg/cm²] = 250 - 450
- Modulo di Poisson - ν = 0.25 - 0.18
- Modulo di taglio - G [kg/cm²] = 1800

Come si nota, tali risultati indicano per i sedimenti presenti nel sottosuolo buone caratteristiche di resistenza al taglio.

6.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La pericolosità sismica può essere definita come il livello di confidenza associato ad una proposizione del tipo: “In un futuro intervallo di tempo la località verrà interessata da almeno un evento sismico caratterizzato da un livello di scuotimento al sito”.

Di fatto, la pericolosità esprime uno stato di incertezza sulla sismicità futura, incertezza dovuta alle incomplete conoscenze disponibili sul processo sismogenico presumibilmente responsabile dello scuotimento atteso.

La pericolosità varia in funzione dei tempi di ritorno attesi per un fenomeno ed è estremamente elevata per fenomeni ricorrenti con tempi bassi o con fenomeni potenzialmente distruttivi: assume una notevole importanza per la predisposizione delle misure atte a mitigare l'effetto atteso sulle strutture come quelle in esame.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, che è funzione dell'assetto strutturale dell'area e della distanza dalle principali zone sismogenetiche, è necessario conoscere quali possano essere gli effetti cosismici che accompagnano l'evento naturale e, tra questi, la reazione del terreno in termini di amplificazione/smorzamento dell'onda sismica e la perdita o la modificazione delle sue caratteristiche statiche di resistenza.

In un generico sito la pericolosità di base deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

La “pericolosità di base” costituisce quindi, l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche: le sue attuali fonti di riferimento sono indicate nel seguito del presente paragrafo.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente e dalla morfologia della superficie (risposta sismica locale).

Attualmente si tende ad analizzare preventivamente un territorio al fine di discretizzarlo in areali in cui le condizioni strutturali e litostratigrafiche sono tali da far attendere un comportamento, nei confronti dell'ampiezza dell'onda sismica, omogeneo in termini di amplificazione o di smorzamento.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

In particolare, il parametro di pericolosità utilizzato è l'accelerazione orizzontale massima al suolo a_g , ossia quella relativa al 50^{esimo} percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10%.

Il Comune di Monteferrante è localizzato in un settore a bassa pericolosità sismica tanto che la nuova mappa classificativa prevede per il suo bedrock (o suolo rigido con $V_s > 800$ m/s) la probabilità di superamento del 10% in 50 anni di un valore convenzionale di accelerazione massima orizzontale (a_g) variabile da 0.125 a 0.175 g.

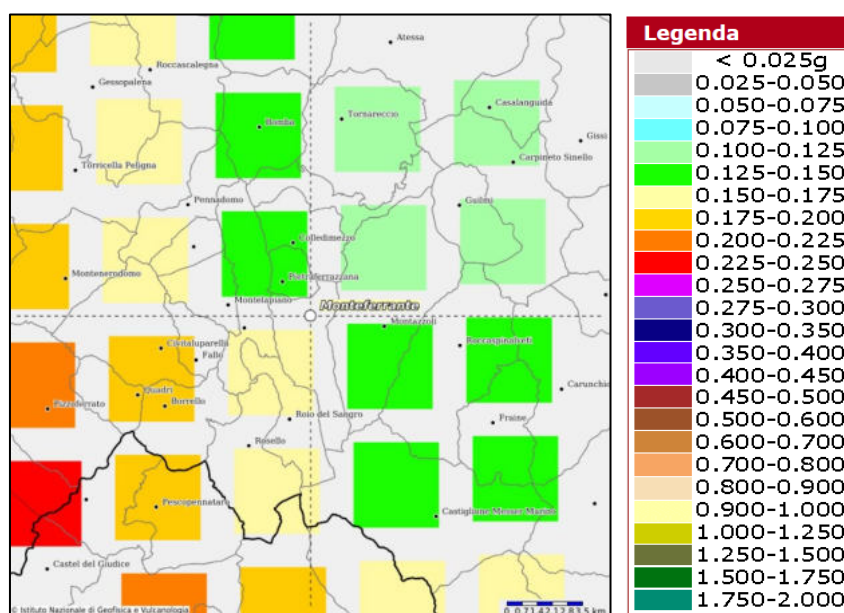


Fig. 7 – Mappa di pericolosità sismica (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Nella figura seguente si riporta il grafico di disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di

magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

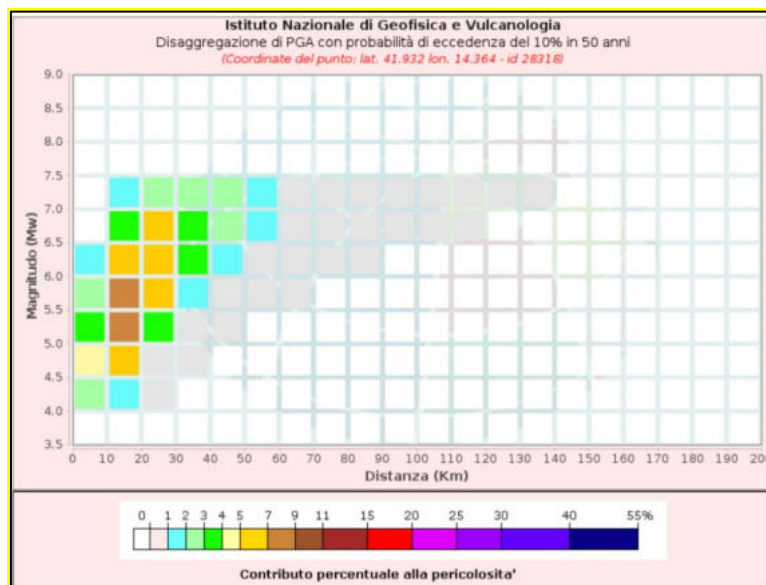


Fig.8 - Grafico di disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni in termini di distanza epicentrale.

Analogamente alla disaggregazione in MR è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M - R - ϵ dove ϵ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R (BAZZURRO E CORNELL, 1999).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.932 lon. 14.364 - id 28318)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	2.1200	4.9600	3.8000	2.4000	1.0900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.8000	6.6400	8.4500	8.3700	6.3800	3.2500	1.4300	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0296	0.9690	3.3100	5.3500	6.1700	5.2700	2.8600	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0047	0.4730	1.9900	3.3700	3.9600	2.7000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0063	0.5040	1.6000	2.4800	2.0100	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0511	0.6710	1.4600	1.3900	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.1770	0.6970	0.7810	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.2410	0.3310	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0833	0.1620	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0275	0.0852	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0065	0.0428	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0188	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.93	23.4	1.27

Fig.9 - Dati tabellari di disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni in termini di distanza epicentrale.

I dati di sismicità storica che riguardano il territorio di Monteferrante sono stati reperiti all'interno del Database Macrosismico Italiano 2015 (D.B.M.I.15) a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. La sismicità locale della zona risulta caratterizzata da bassa frequenza di eventi. Gli unici eventi di intensità piuttosto elevata sono stati quelli del 1984 localizzati nei Monti della Meta e quelli del Molise che hanno mostrato intensità al sito di 5, mentre non sono presenti i grandi terremoti storici dei secoli passati.

Effetti	In occasione del terremoto del							
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP Io Mw
5		1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911 8 5.86
4-5		2002	11	01	15	09 0	Molise	638 7 5.72
NF		2002	11	12	09	27 4	Molise	174 5-6 4.57
NF		2003	06	01	15	45 1	Molise	501 5 4.44
NF		2005	03	01	05	41 3	Molise	136 4 3.68

6.1 Categoria di suolo di fondazione

Il D.M. 17.01.2018 (N.T.C.) stabilisce che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, così come definite nella tabella seguente:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità (riferita al piano d'impasto delle fondazioni superficiali o alla testa dei pali).

Le prospezioni sismiche eseguite (MASW e Down Hole) nelle aree geologicamente simili hanno evidenziato una velocità delle onde S alta, che portano a classificare il sottosuolo delle aree di sedime delle fondazioni delle torri in Categoria B.

6.2 Condizioni topografiche e amplificazione topografica

Le condizioni topografiche, al pari di quelle stratigrafiche, concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale

Per condizioni topografiche semplici, si può adottare la seguente classificazione.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le nuove torri eoliche sono posizionate sulla cresta di un rilievo caratterizzato da una cresta molto più stretta della base e, pertanto, tutte le aree di sedime dei basamenti rientrano nella **Categoria T4** che porta ad un coefficiente di amplificazione topografico S_T pari a 1.4, come riportato nella tabella seguente:

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

7.0 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, geotecnico, idrologico e sismico preliminare è stato redatto per il progetto di adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori – Intervento IR6 - nel Comune di Monteferrante.

Dal punto di vista geologico, il territorio è costituito da un complesso di sedimenti marini pelitico-flisciodi del Terziario, rappresentati dalla Formazione di Tufillo (Selli, 1962), un flysch calcareo-marnoso, dalle Marne ad Orbulina e dal flysch di Agnone, formato da una parte pelitica con intercalati livelli di arenarie.

Le aree interessate dalle cinque nuove colonne (dalla MF-G-1 new alla MF-G-5 new) sono ubicate sulle zone di cresta di due dorsali: ad occidente, sul crinale di Guado Grande-Colle Santa Croce-Guado Confalone (da MF-G-2 new a MF-G-5 new), ad oriente, sul crinale di M. Fischietto–C.le Letica–M. di Mezzo (MF-G-1 new), località ubicate a S e SE dell’abitato di Monteferrante: si tratta nel complesso di due crinali paralleli, allungati all’incirca in direzione N-S con la cima più alta di 1363 m s.l.m. di M. Fischietto.

All’interno di questo paesaggio, le aree direttamente interessate dalla realizzazione delle nuove colonne eoliche sono rappresentate dalle superfici sommitali delle dorsali articolate in una serie di cocuzzoli, in cui, a luoghi, il substrato calcareo è affiorante.

Nel complesso i siti destinati ad ospitare i nuovi aerogeneratori mostrano buone condizioni di stabilità, come si nota dalle allegate schede di dettaglio dove vengono riportate, per ciascuna postazione, la veduta aerea e gli stralci della Carta delle Pendenze, della Carta Geomorfologica e della Carta della Pericolosità.

Per la progettazione esecutiva sarà necessario eseguire delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche puntuali mediante sondaggi a carotaggio continuo per la ricostruzione della stratigrafia di dettaglio del sottosuolo, prove geotecniche in situ e di laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi presenti e indagini sismiche per la valutazione della categoria di sottosuolo e della risposta sismica locale.

Geol. Nicola Tullo





SCHEDE SITI NUOVI AEROGENERATORI

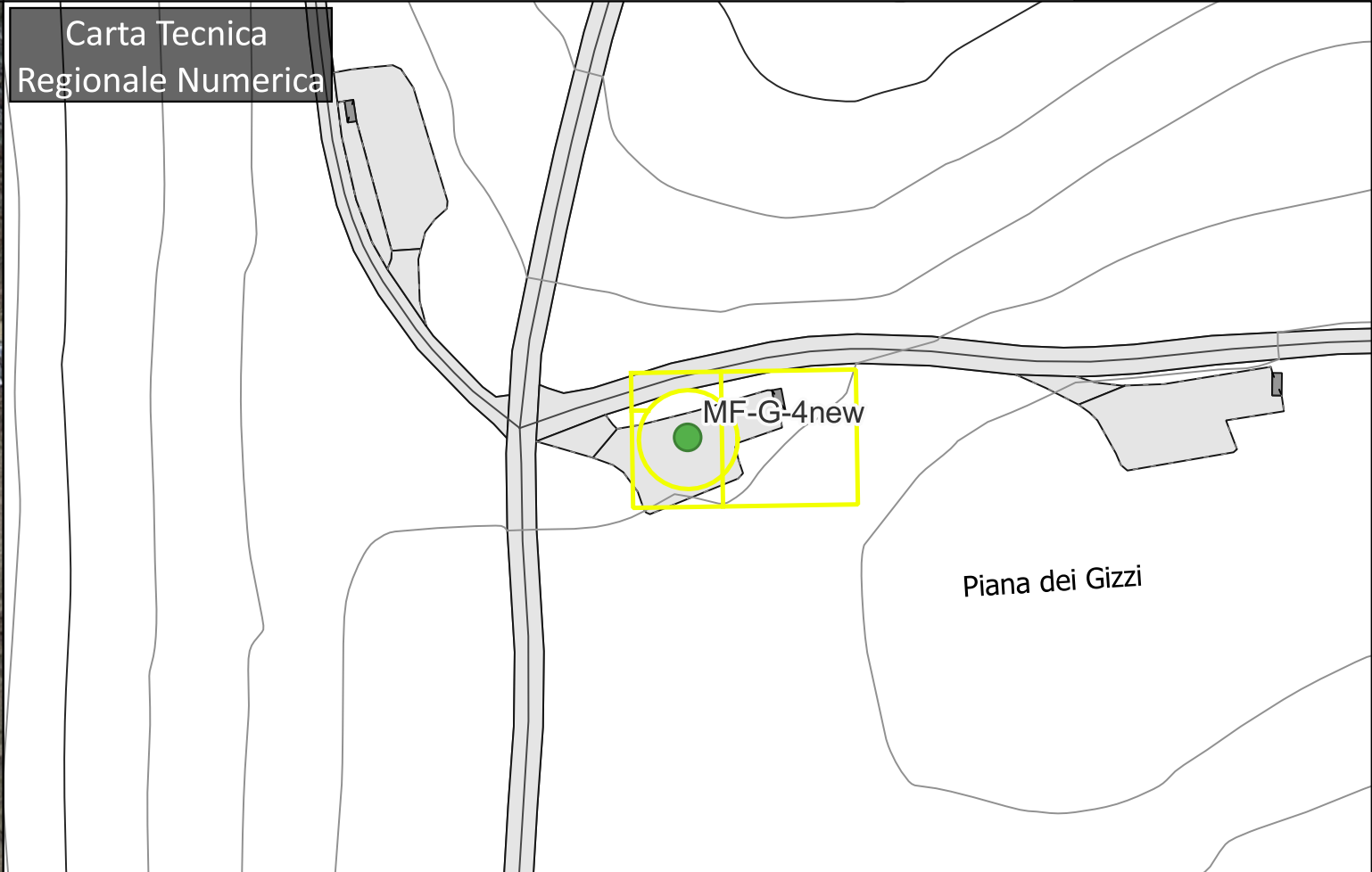


Aerogeneratore MF-G-4new

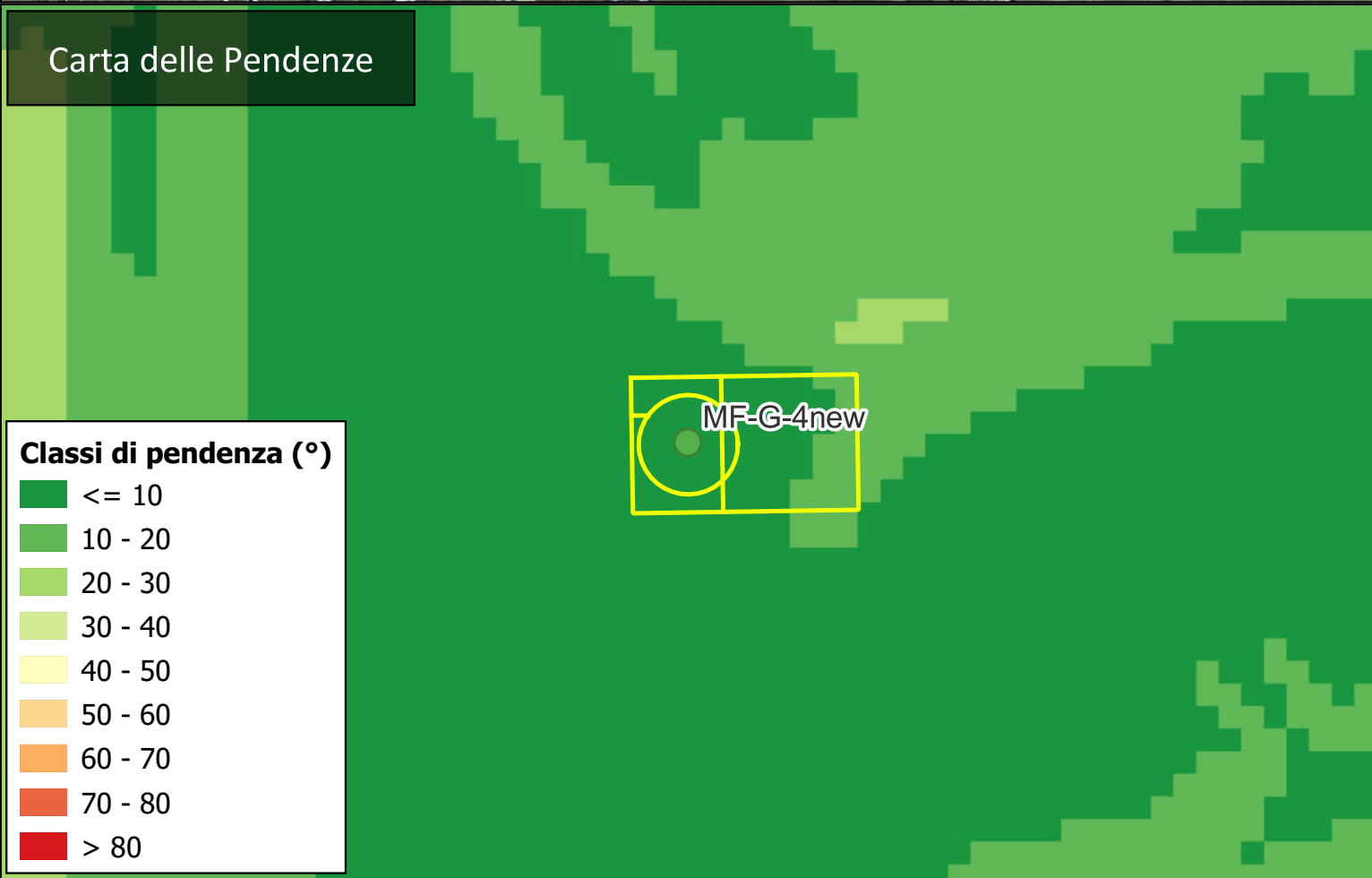
Veduta aerea



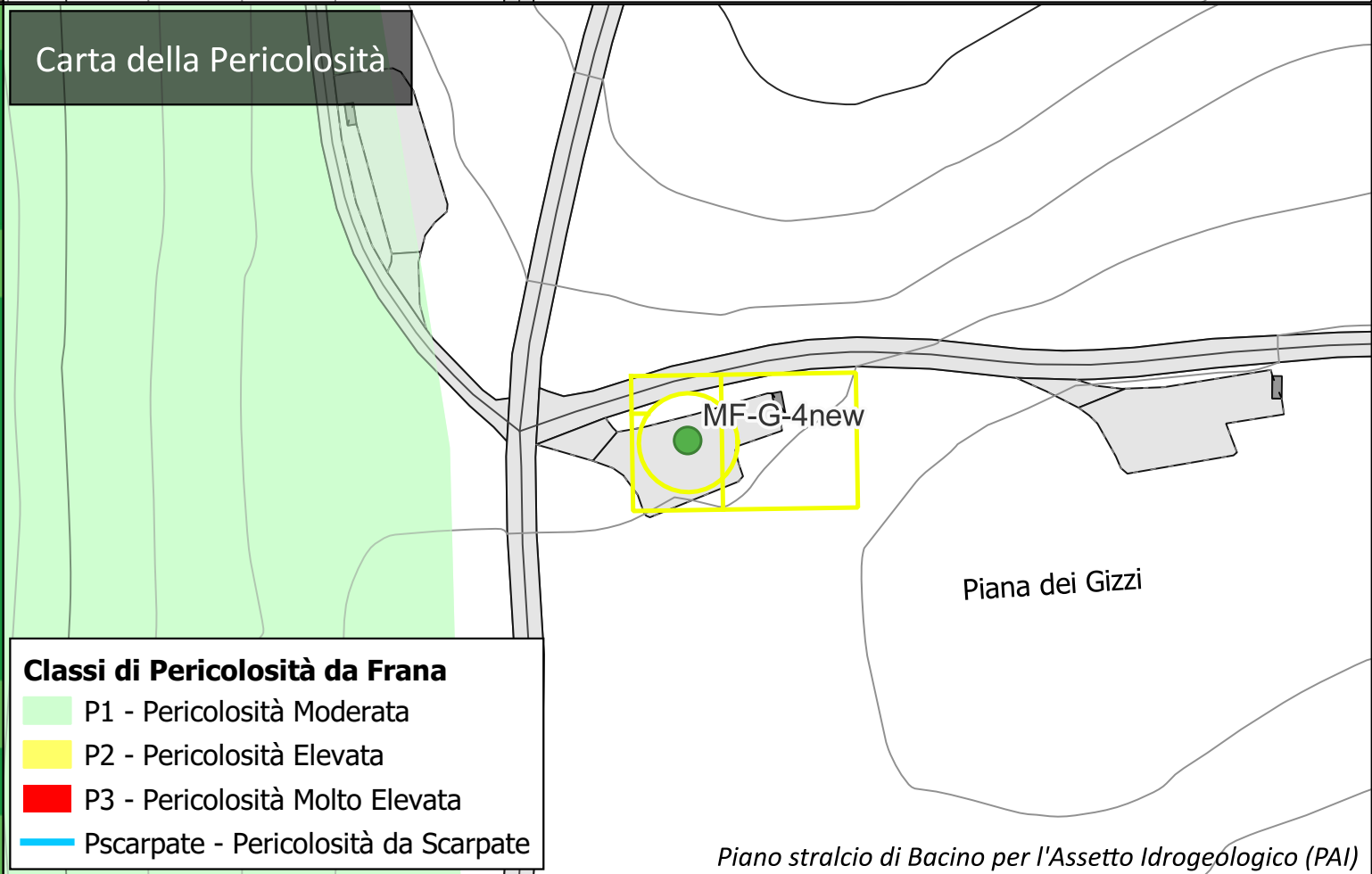
Carta Tecnica Regionale Numerica



Carta delle Pendenze

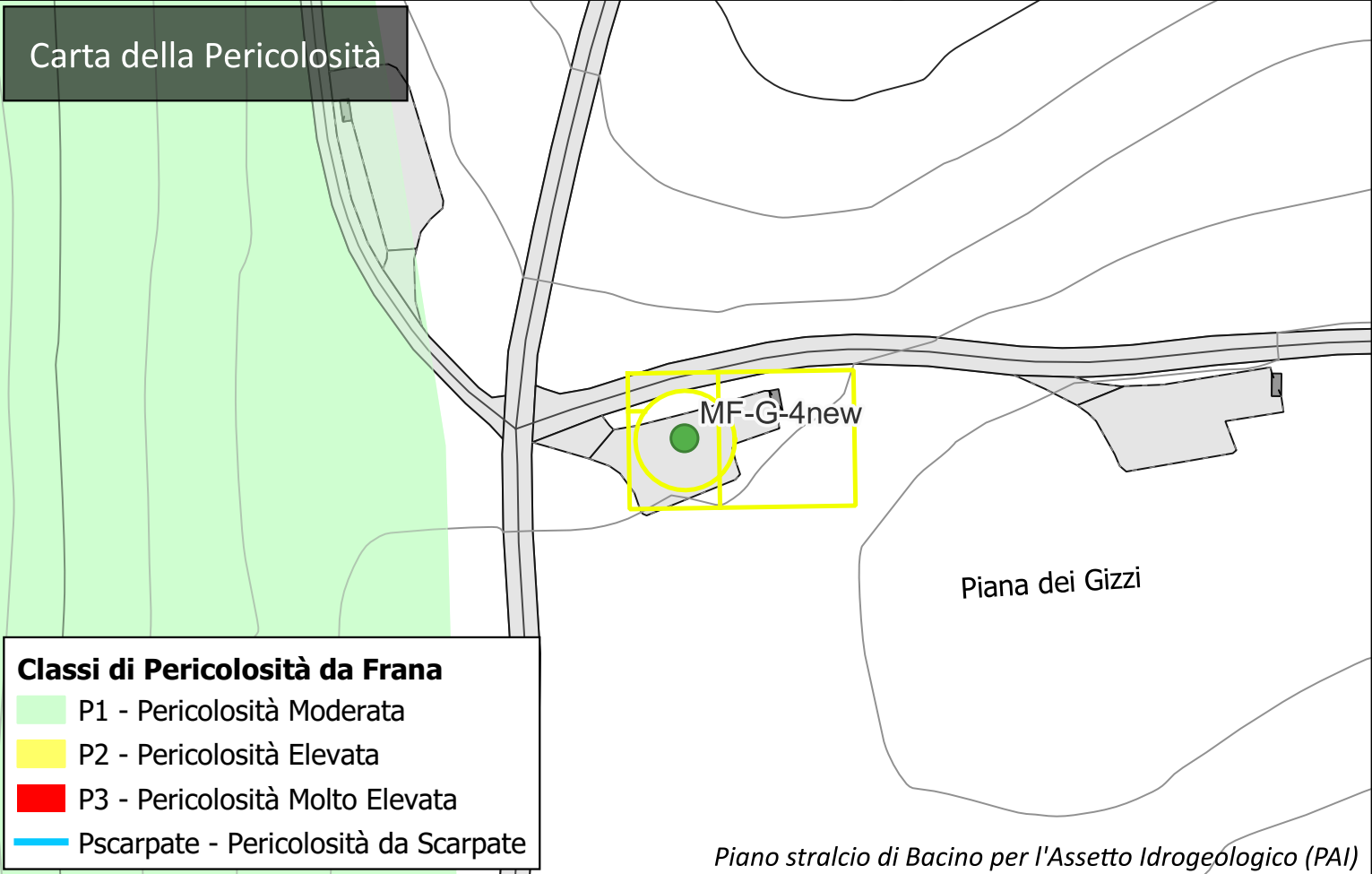
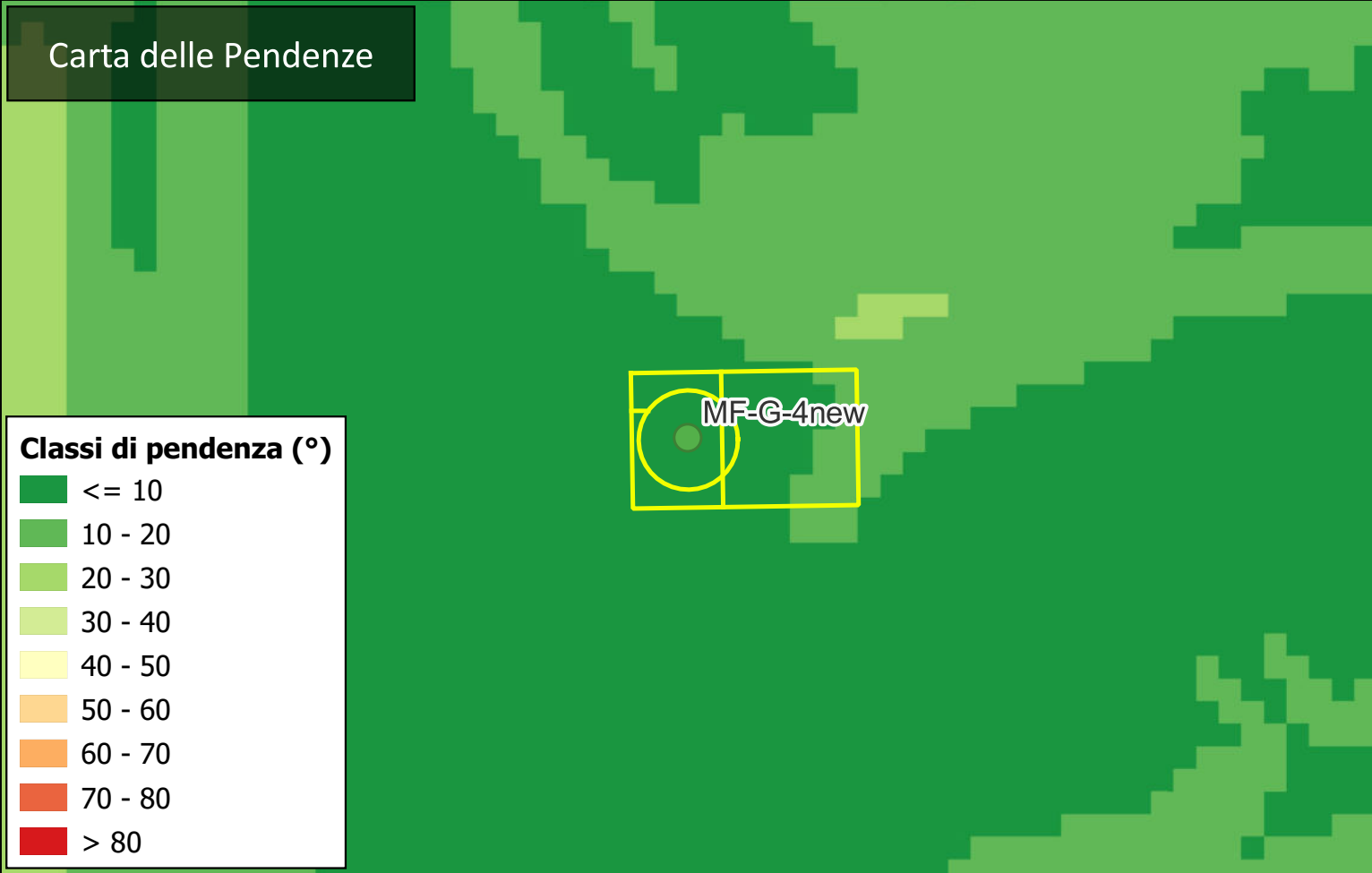


Carta della Pericolosità





Aerogeneratore MF-G-4new



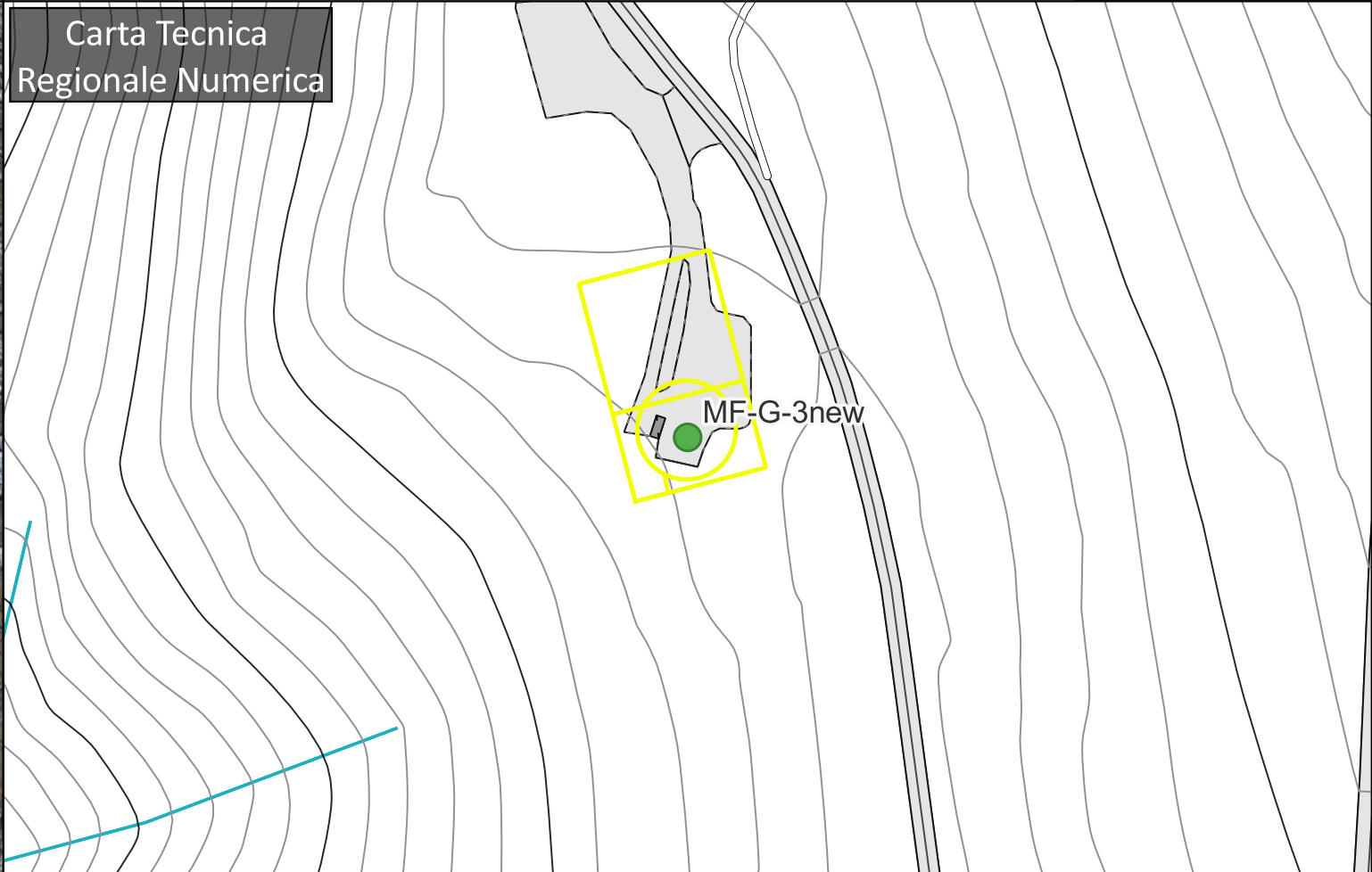


Aerogeneratore MF-G-3new

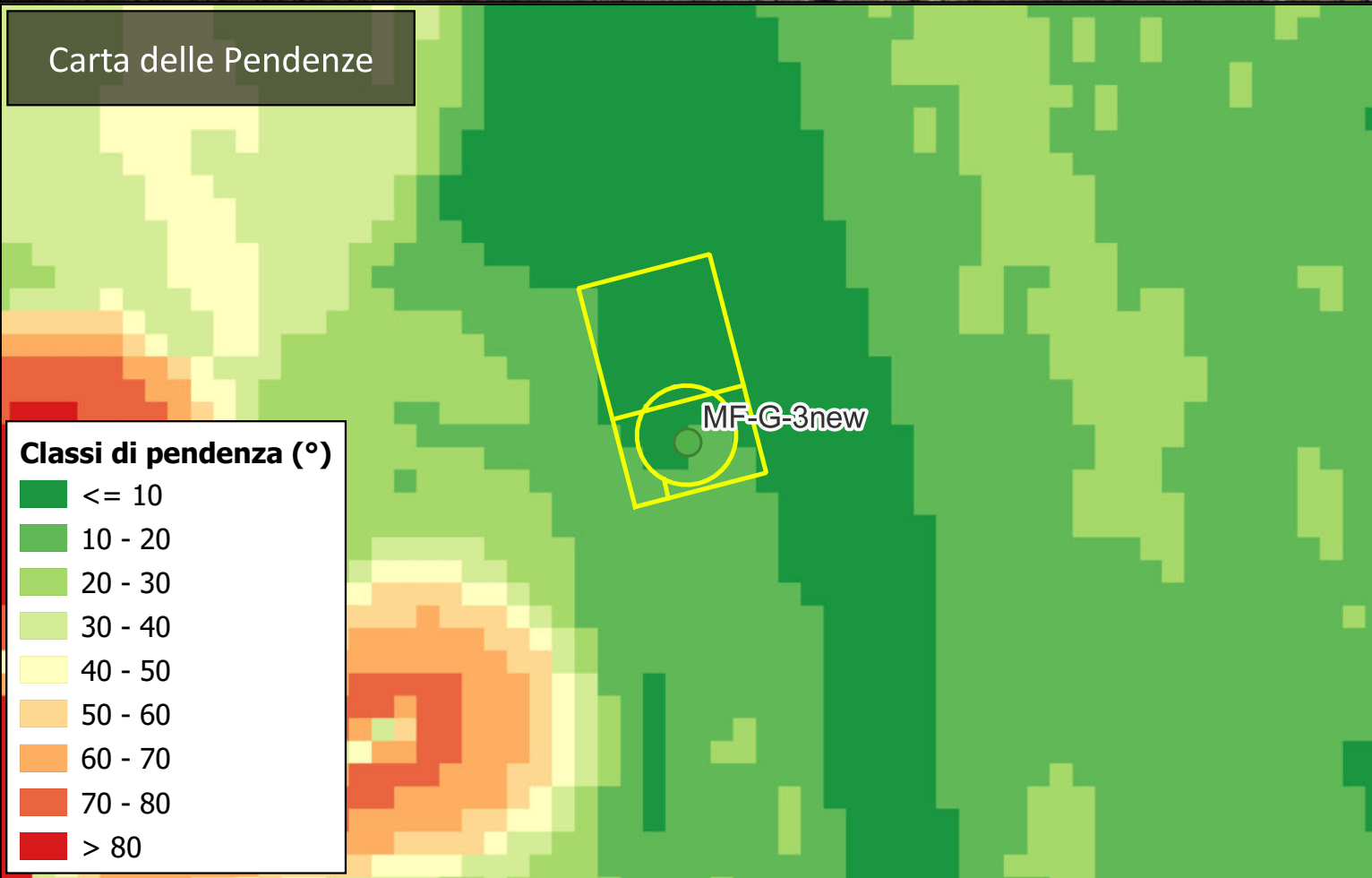
Veduta aerea



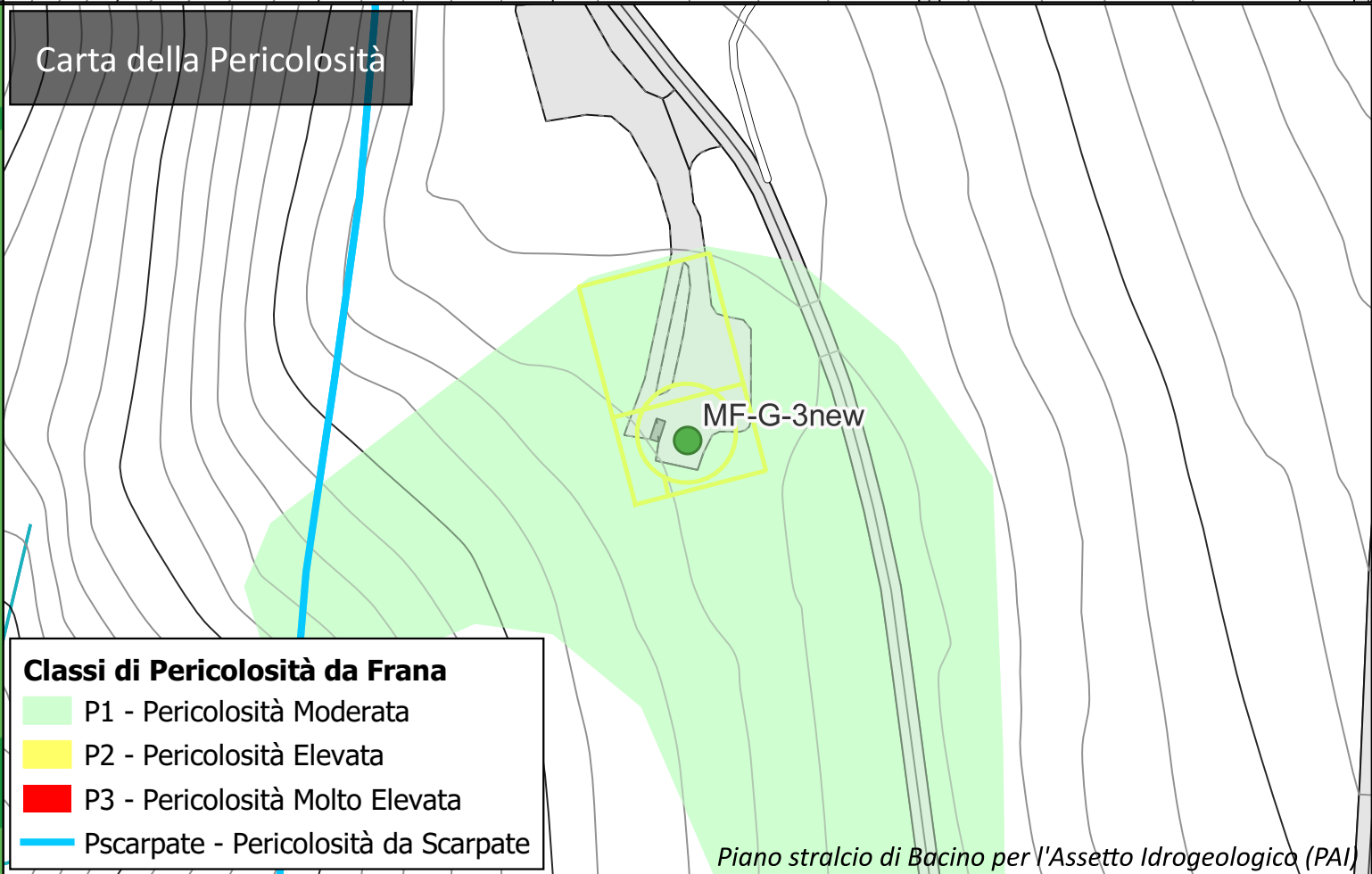
Carta Tecnica Regionale Numerica



Carta delle Pendenze



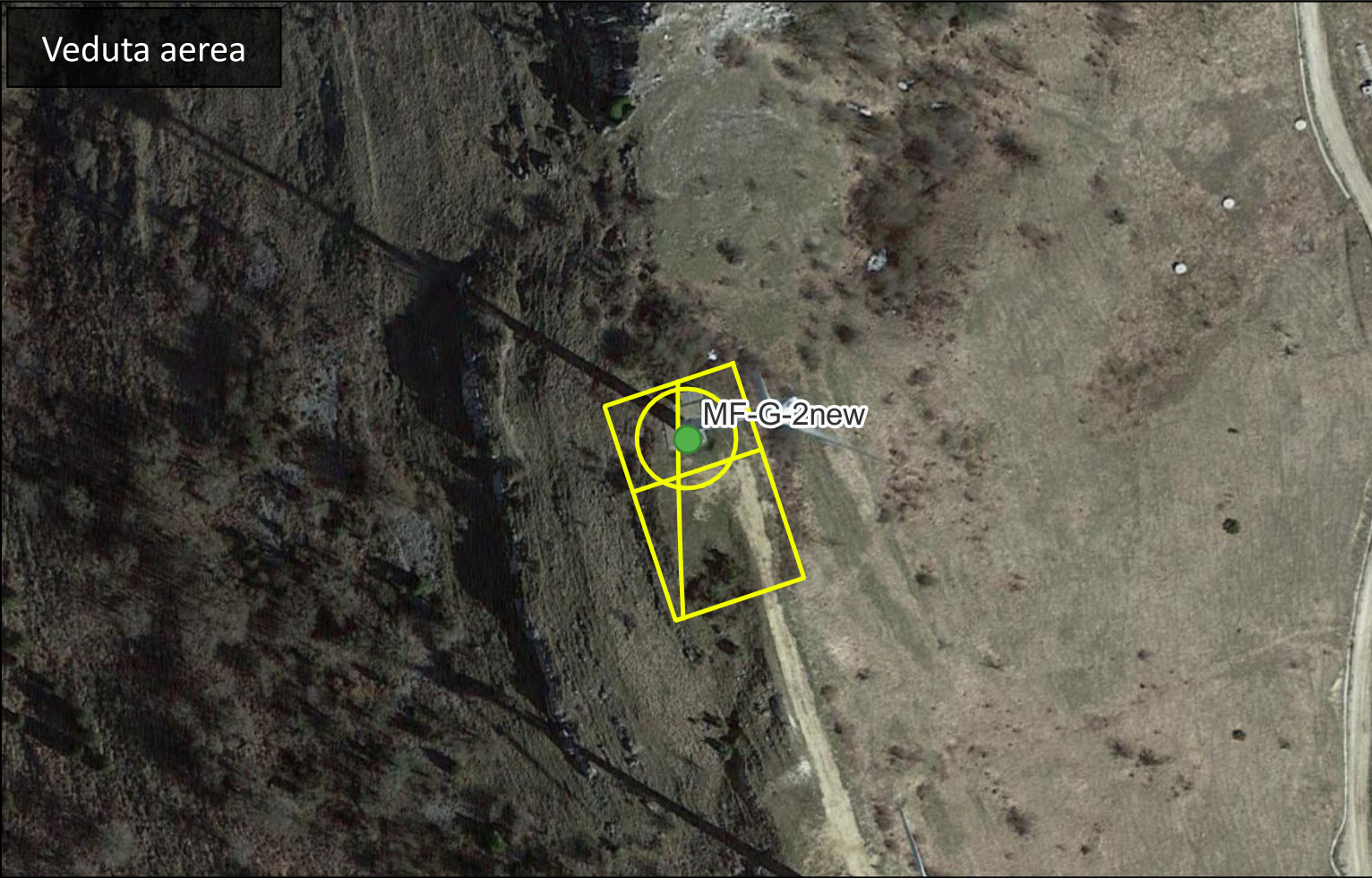
Carta della Pericolosità





Aerogeneratore MF-G-2new

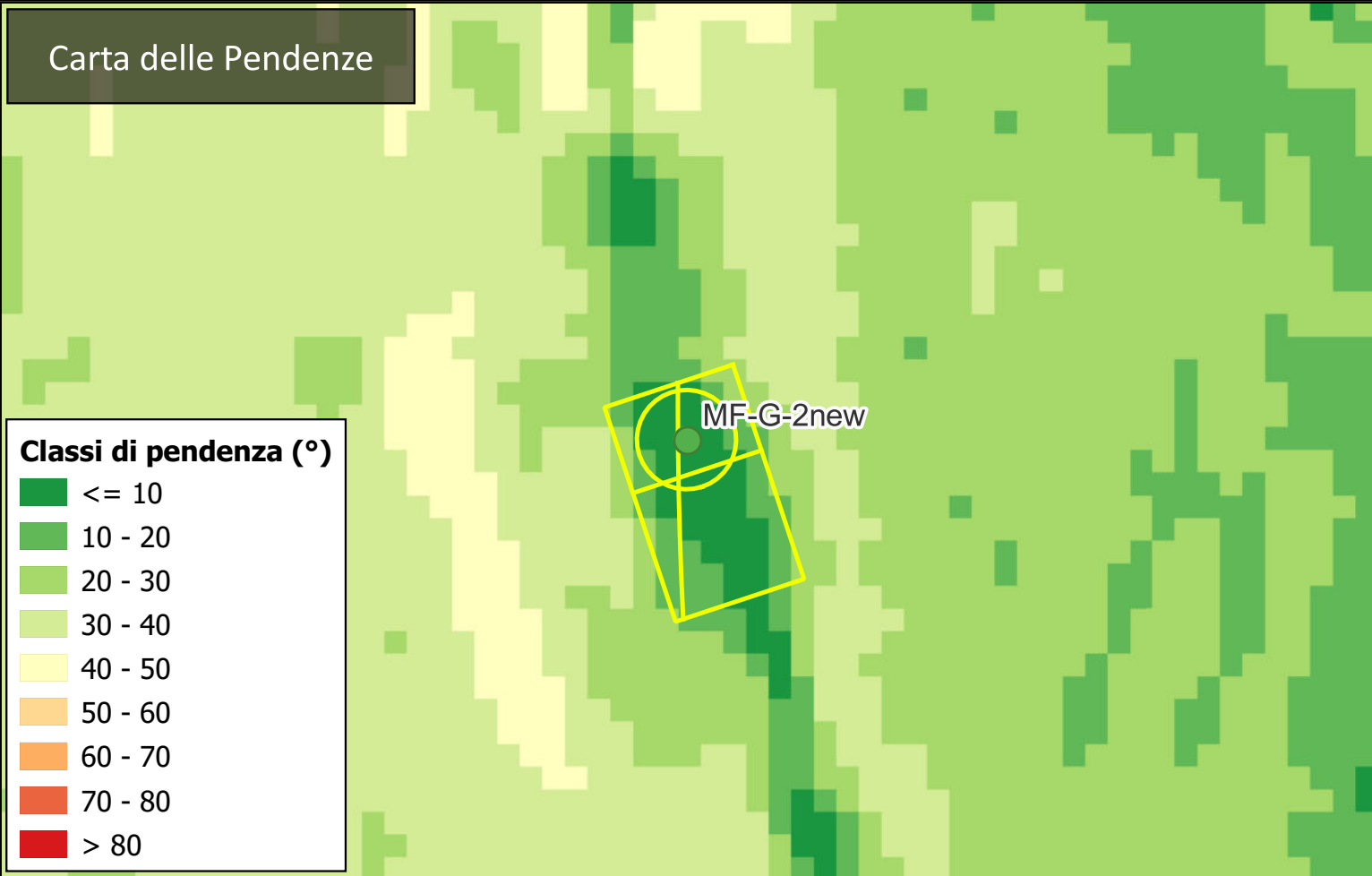
Veduta aerea



Carta Tecnica Regionale Numerica

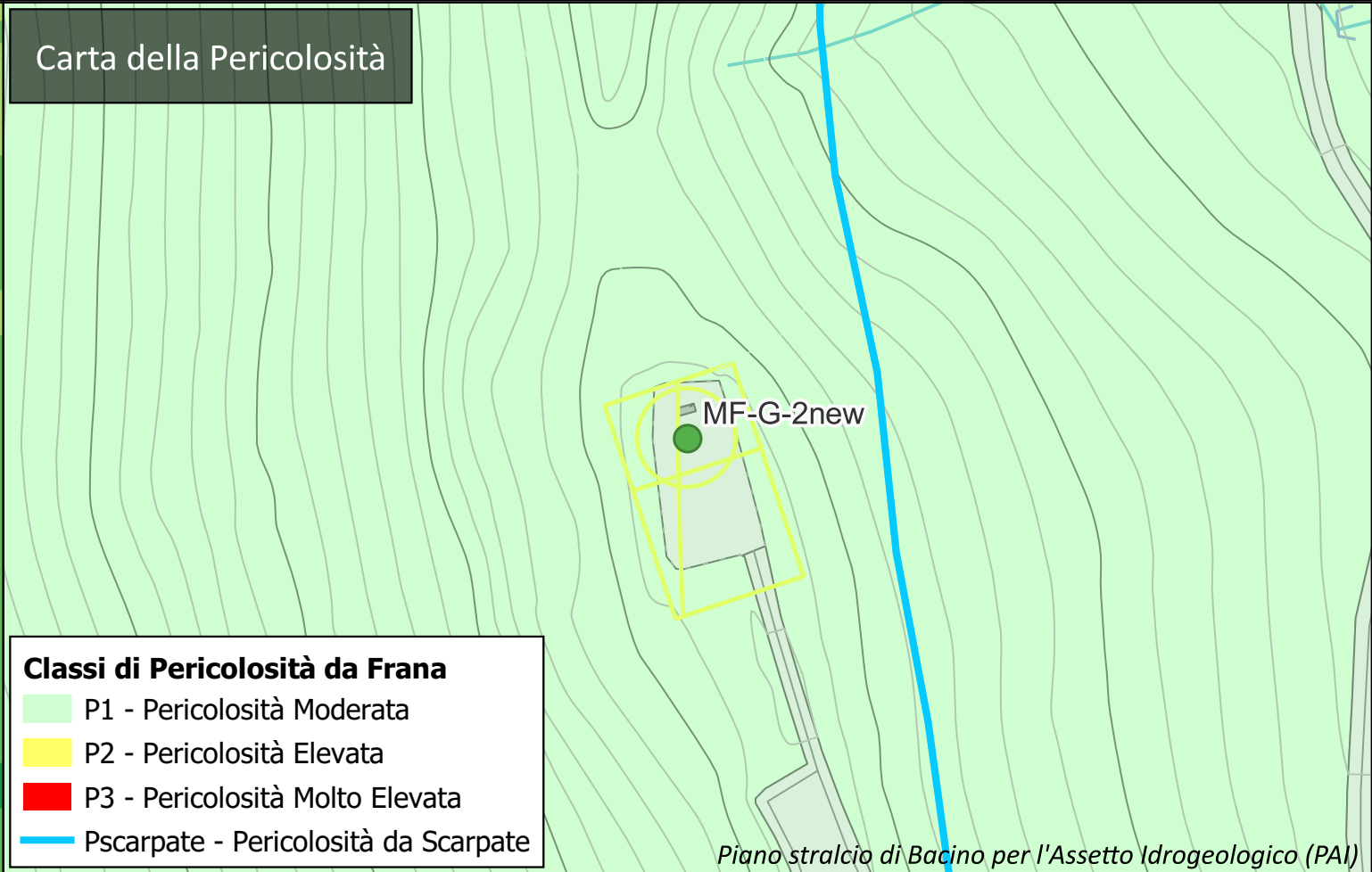


Carta delle Pendenze



Classi di pendenza (°)	
■	<= 10
■	10 - 20
■	20 - 30
■	30 - 40
■	40 - 50
■	50 - 60
■	60 - 70
■	70 - 80
■	> 80

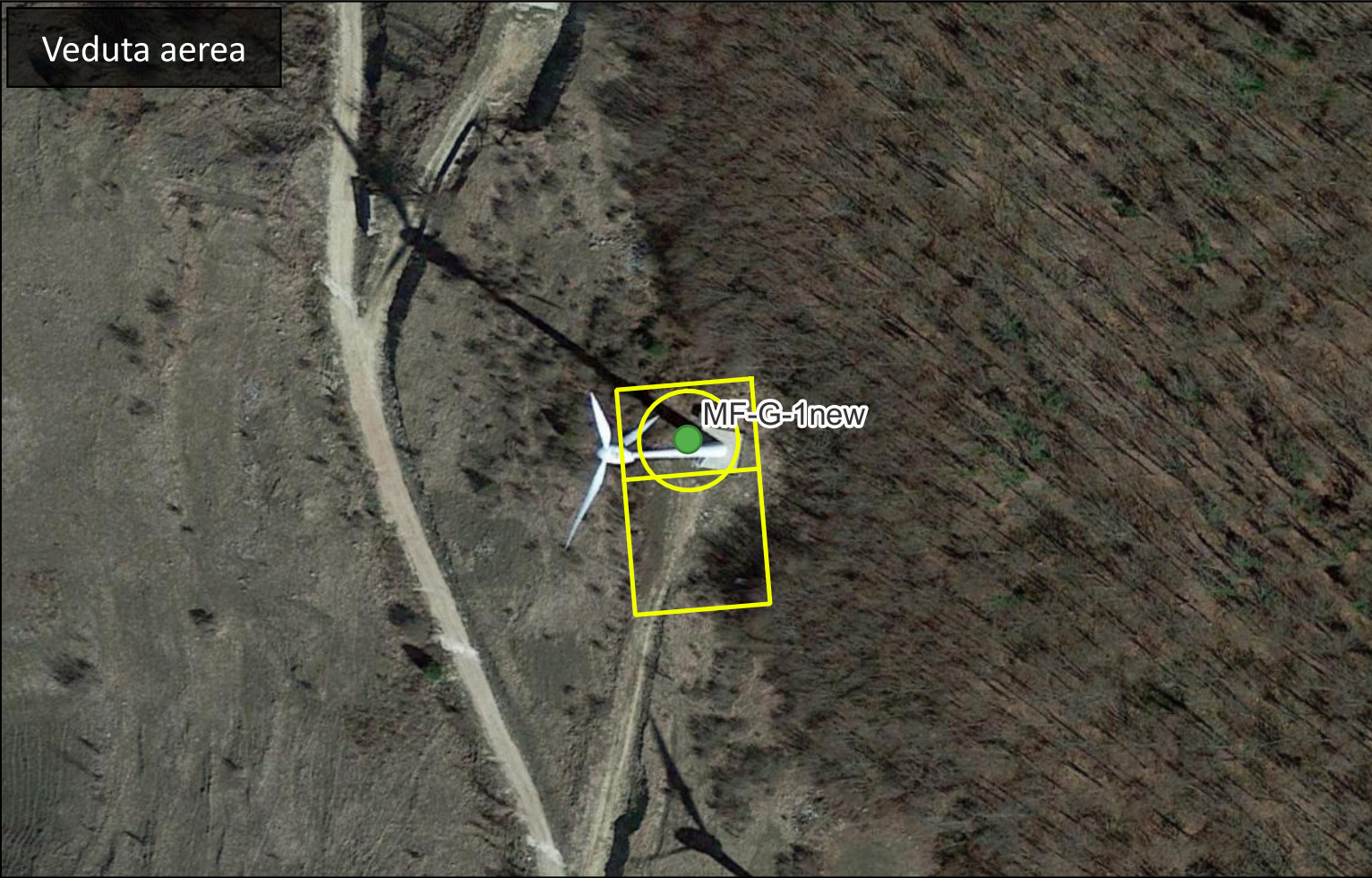
Carta della Pericolosità



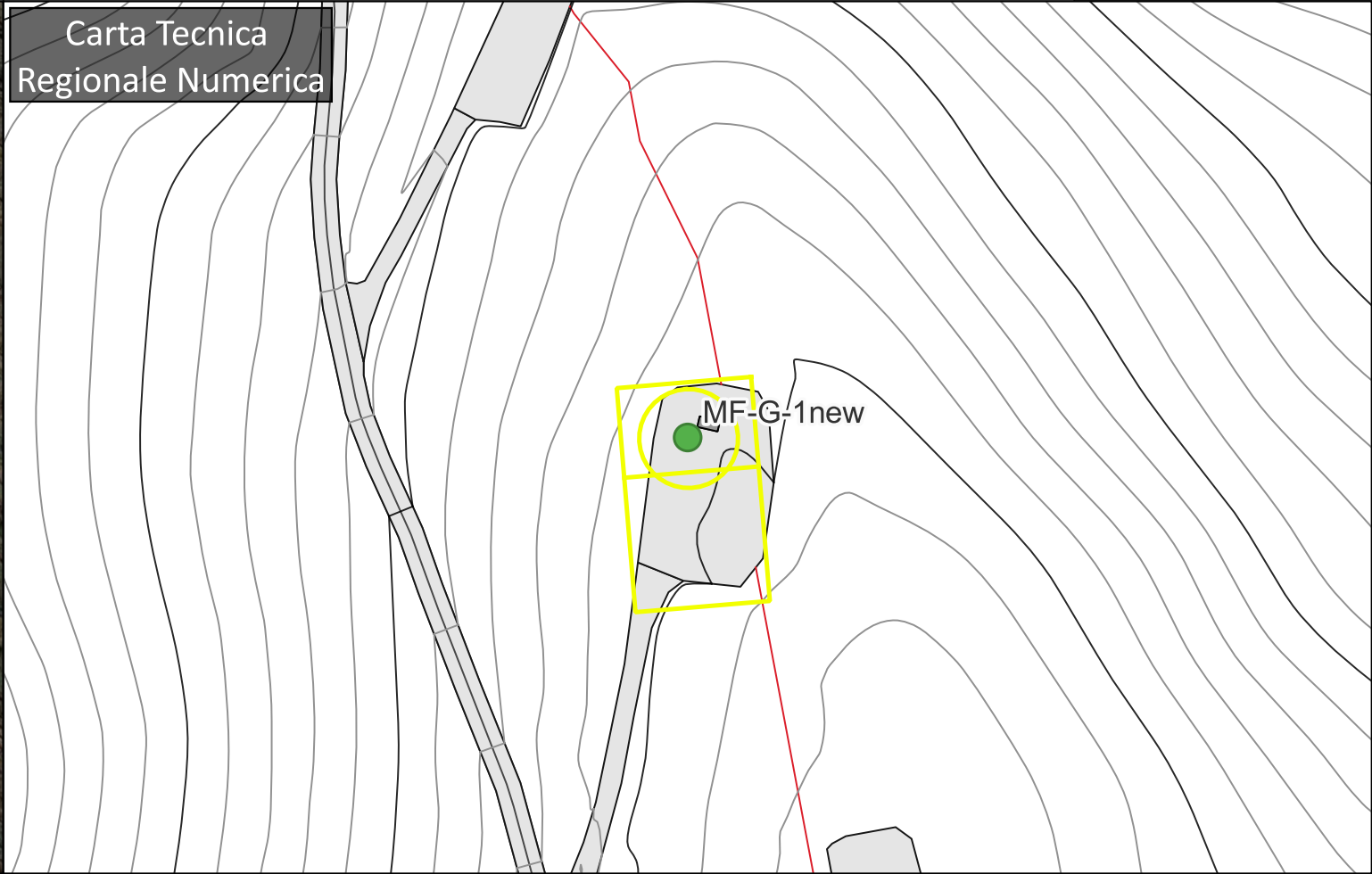
Classi di Pericolosità da Frana	
■	P1 - Pericolosità Moderata
■	P2 - Pericolosità Elevata
■	P3 - Pericolosità Molto Elevata
—	Pscarpate - Pericolosità da Scarpate

Aerogeneratore MF-G-1new

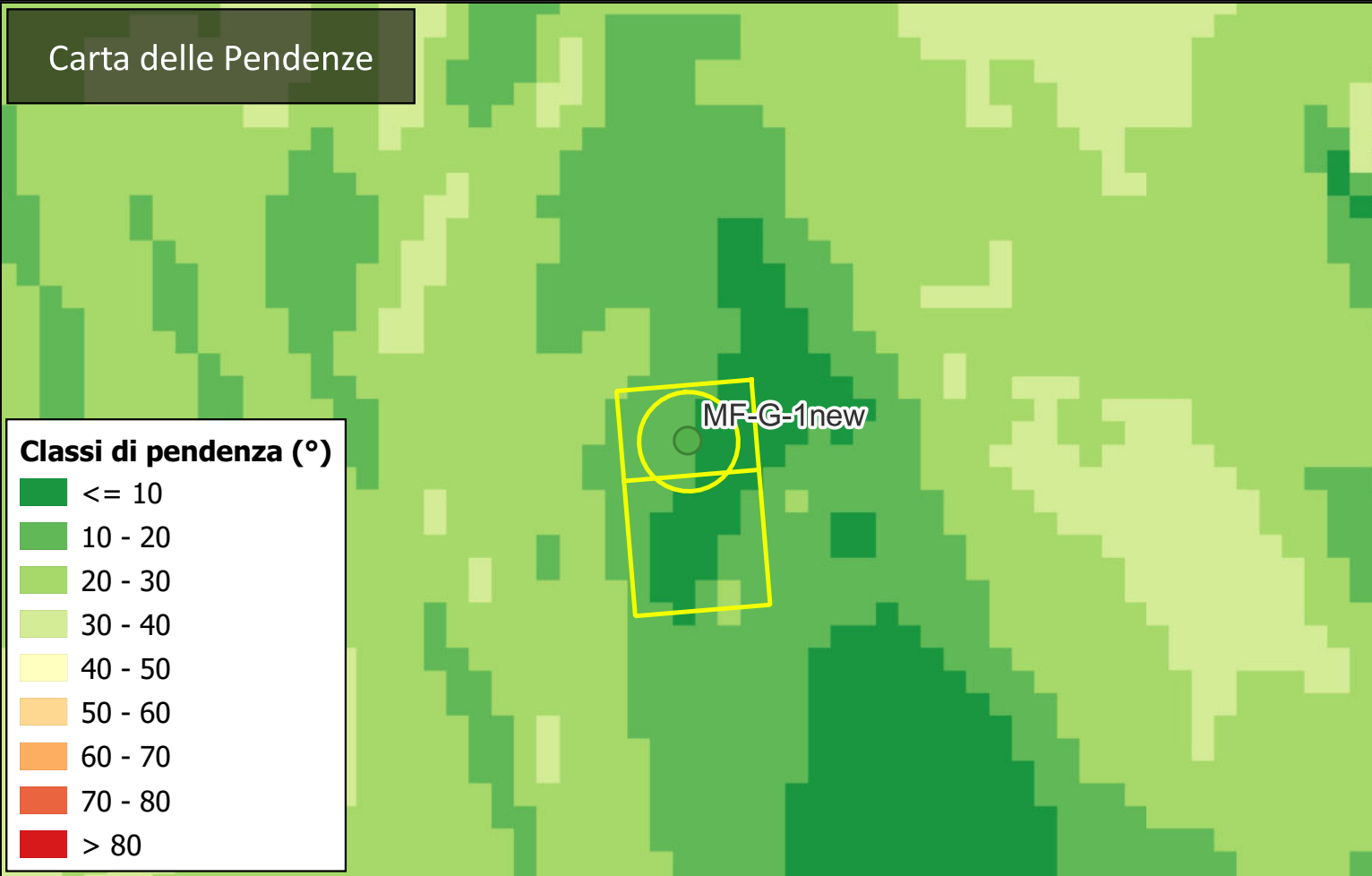
Veduta aerea



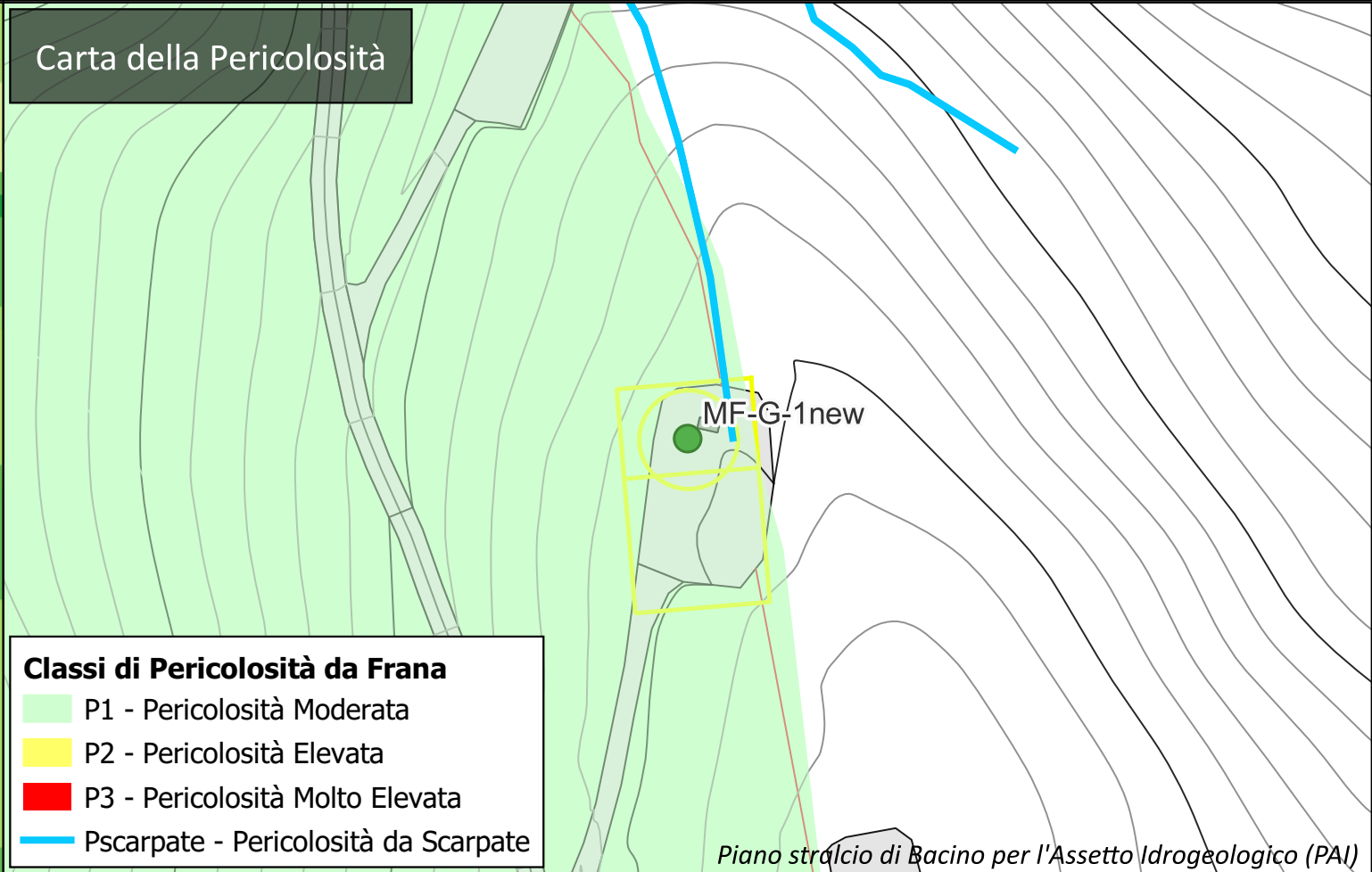
Carta Tecnica Regionale Numerica



Carta delle Pendenze



Carta della Pericolosità



Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

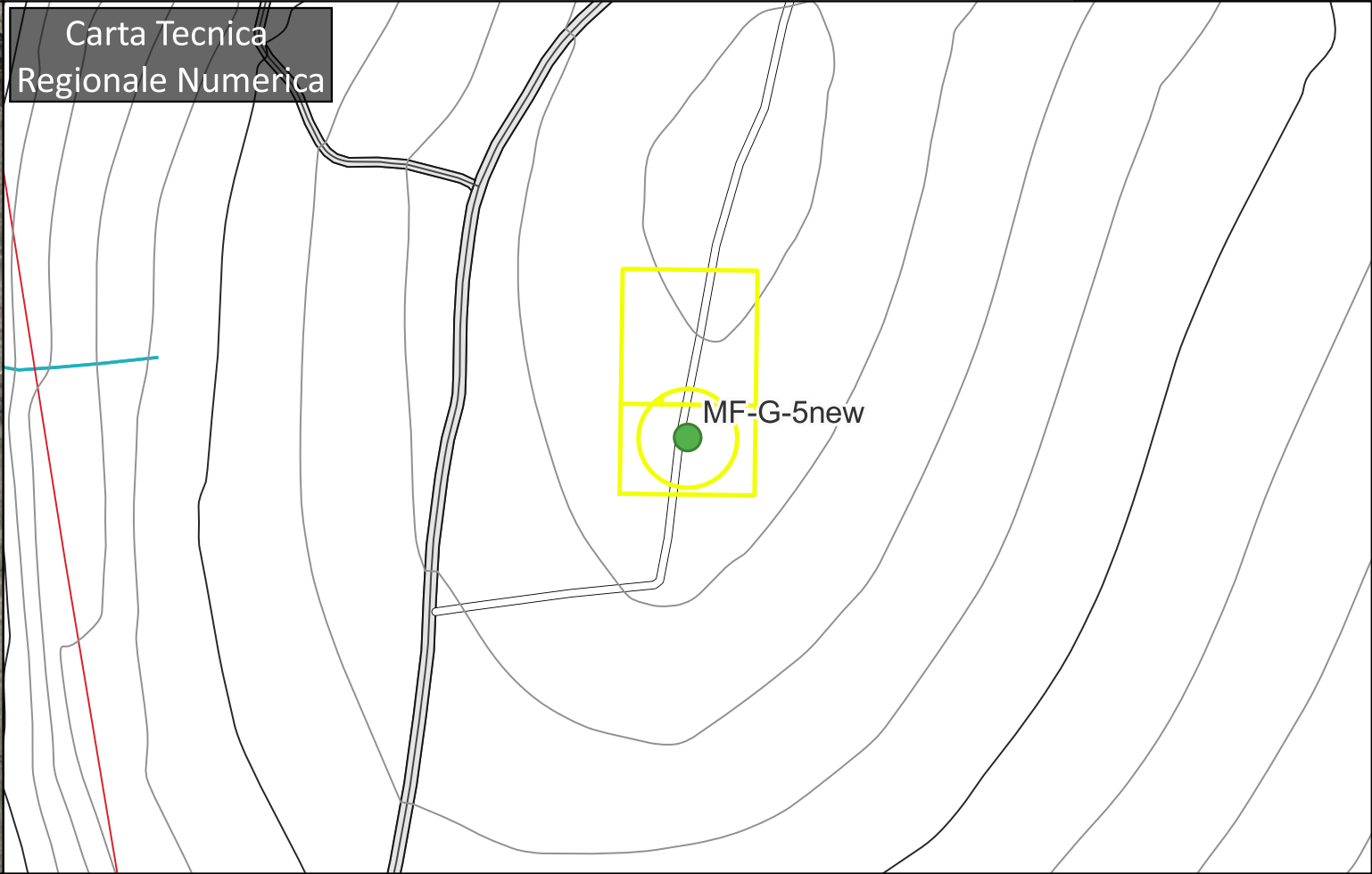


Aerogeneratore MF-G-5new

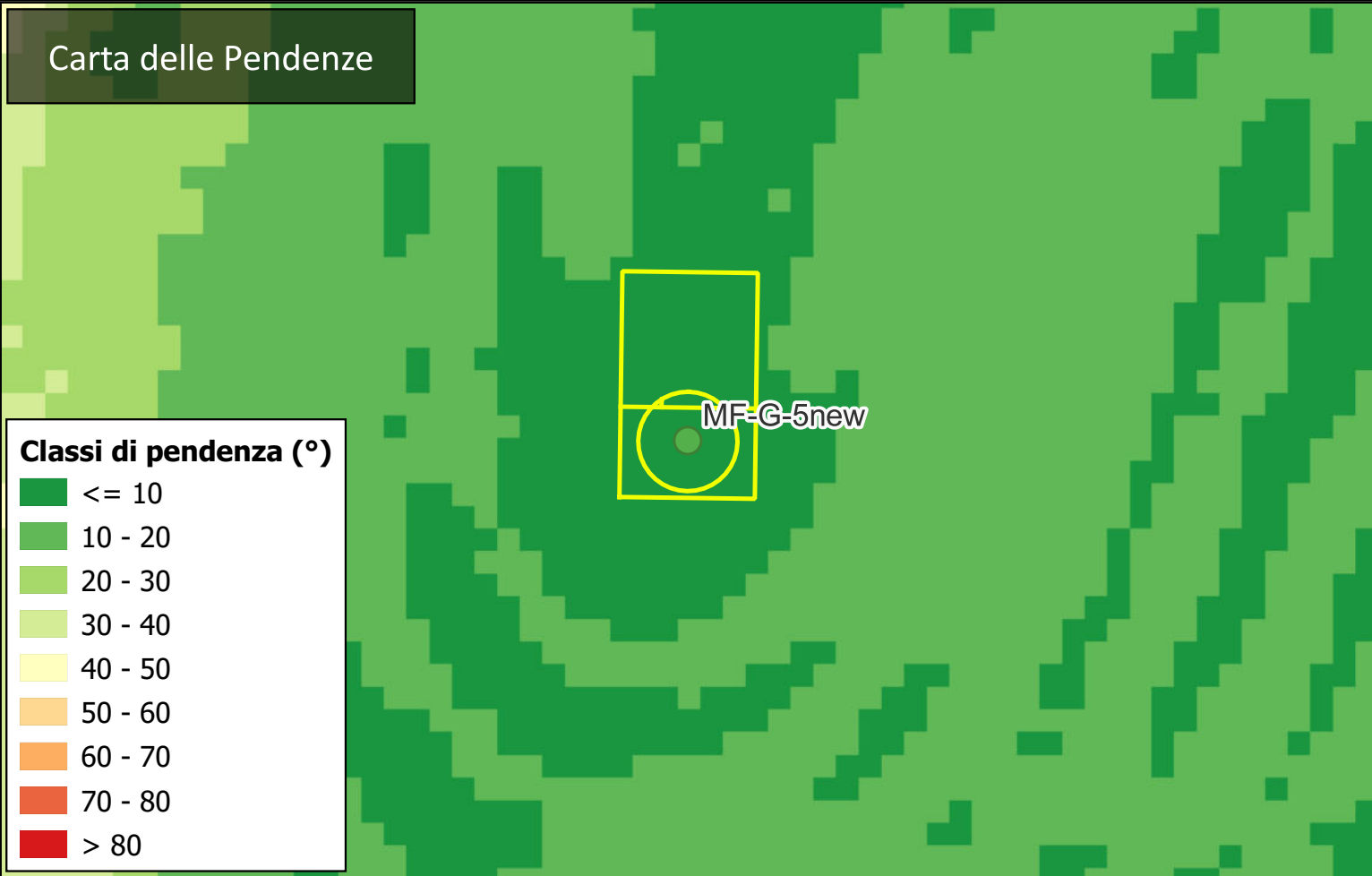
Veduta aerea



Carta Tecnica
Regionale Numerica



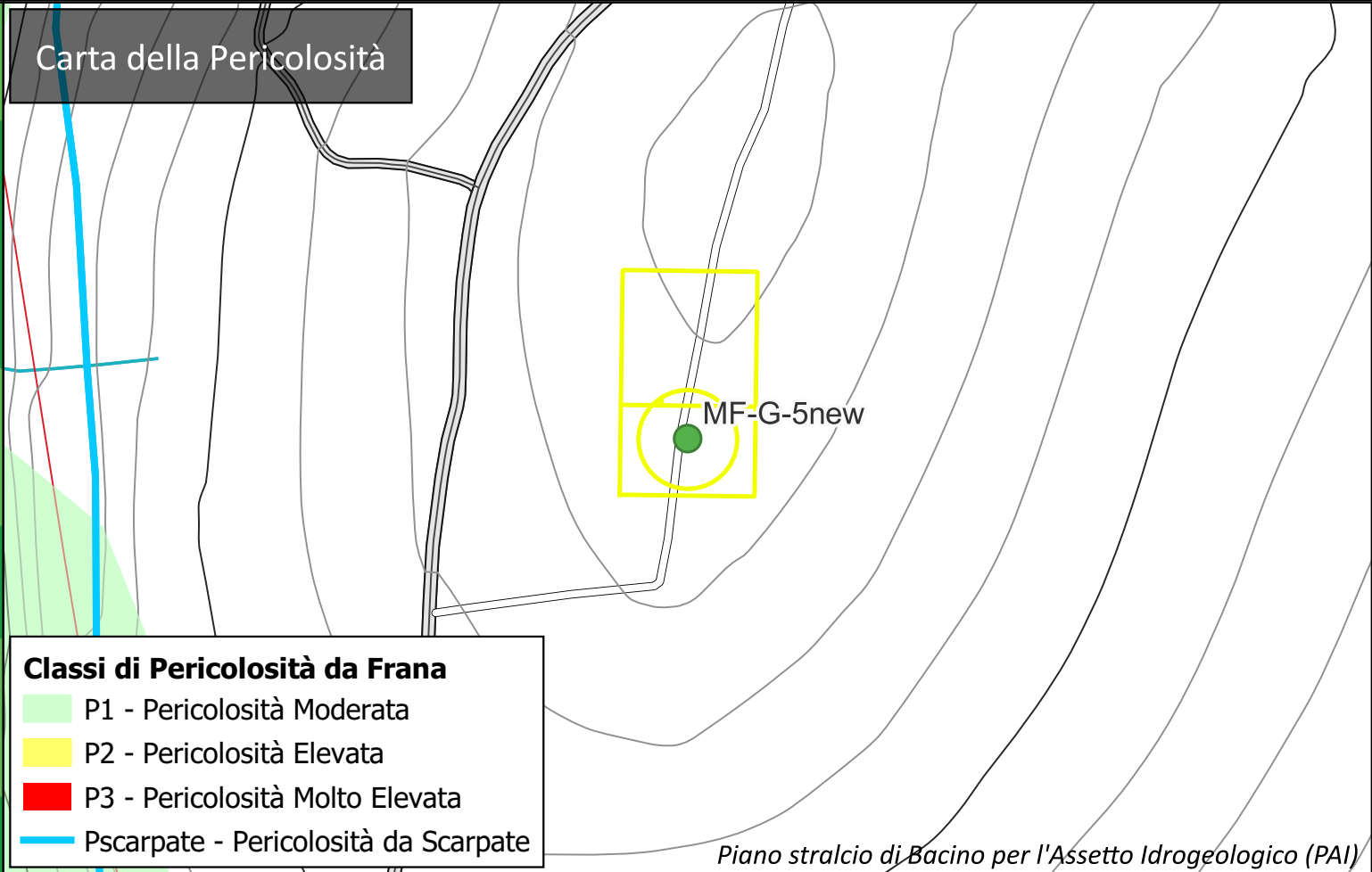
Carta delle Pendenze



Classi di pendenza (°)

<= 10
10 - 20
20 - 30
30 - 40
40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
> 80

Carta della Pericolosità



Classi di Pericolosità da Frana

P1 - Pericolosità Moderata
P2 - Pericolosità Elevata
P3 - Pericolosità Molto Elevata
Pscarpate - Pericolosità da Scarpate