VISAT 20260474
ANTONI RIBERAYGUA MAGALLÓN
COL.LEGI OFICIAL D'ARQUITECTES D'ANDORRA
Signat electrònicament per COL.LEGI OFICIAL D'ARQUITECTES D'ANDORRA (SIGNATURA)
Data: 2026-04-20 10:08:01

PROJECTE MIRADOR ASTRONÒMIC DE LA MASSANA

Alt de la Capa, Arinsal, La Massana

TRA_25_08

ESTUDI GEOLÒGIC I GEOTÈCNIC

P&M ENGINYERIA

Toni Riberaygua

ÍNDEX

1. ESTUDI GEOLÒGIC 4
1.1. ESTUDI INFORMATIU 4
1.1.1. EMPRESA I TÈCNIC 4
1.1.2. SITUACIÓ DE LA PARCEL·LA OBJECTE D'ESTUDI 4
1.1.3. REFERÈNCIA AL PROJECTE GENERAL AL QUAL VA LLIGAT L'INFORME GEOLÒGIC 4
1.2. ESTUDI GEOLÒGIC 5
1.2.1. DEFINICIÓ DE LA CAMPANYA 5
1.2.2. CARACTERITZACIÓ GEOLÒGICA 5
1.2.3. CARACTERITZACIÓ GEOMORFOLÒGICA 7
1.2.4. CARACTERITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA 7
1.2.5. CARACTERIZACIÓ GEOTÈCNICA 8
1.2.6. ANÀLISI DELS RISCOS GEOLÒGICS NATURALS 8
2. ESTUDI GEOTÈCNIC 12
2.1.1. EMPRESA I TÈCNIC 12
2.1.2. SITUACIÓ DE LA PARCEL·LA OBJECTE D'ESTUDI 12
2.1.3. REFERÈNCIA AL PROJECTE GENERAL AL QUAL VA LLIGAT L'INFORME GEOLÒGIC 12
2.2. PROJECTE D'EXCAVACIONS. 13
2.2.1. ANÀLISI D'ESTABILITAT DE LES EXCAVACIONS PROJECTADES 15
2.2.2. TIPOLOGIA DE LES OBRES DE SOSTENIMENT DEL TERRENY 15
2.2.3. ANÀLISI DE LES NOVES CONDICIONS D'ESTABILITAT 15
2.3. FONAMENTACIONS 15
2.3.1. CONDICIONS GENERALS DE FONAMENTACIÓ 15
2.3.2. DETERMINACIÓ DE LA TENSIÓ ADMISSIBLE I DELS ASSENTAMENTS 15
2.3.3. TIPOLOGIA DE LES OBRES DE FONAMENTACIÓ 16
2.4. ALTRES ASPECTES GEOTÈCNICS ANALITZATS 16
2.4.1. OBRES DE DRENATGE 16
2.4.2. CAPACITAT PORTANT 16
2.5. PLA DE SEGUIMENT DE L'OBRA EN FASE D'EXECUCIÓ 16
2.5.1. CONDICIONS GENERALS 16
2.5.2. 2.5.2. TENSIÓ ADMISSIBLE I ASSENTAMENTS 16
2.5.3. TIPOLOGIA I ASPECTES CONSTRUCTIUS 16

2.5.4. 2.5.4. ASPECTES GEOTÈCNICS 16
2.5.5. SISTEMÀTICA DE CONTROL (PLÀ DE CONTROL) 16
2.6. ANÀLISI DE LA CONVENIÈNCIA D'INSTAL·LAR SISTEMES D'AUSCULTACIÓ.....17

1. ESTUDI GEOLÒGIC

1.1. ESTUDI INFORMATIU

El present estudi geològic i geotècnic té per objecte la caracterització del terreny en el que es vol construir un Mirador solar, situat en proximitat del cim del Pic Alt de la Capa a Arinsal, parròquia de La Massana. Aquest estudi contempla la modificació de l'estat natural del terreny i l'estabilitat provisional durant la fase d'execució de les tasques previstes al projecte per assolir l'estat final, havent format les terrasses o plataformes projectades.

Aquest estudi geològic i geotècnic va lligat al projecte de modificació de l'estat natural del terreny "PROJECTE D'EXCAVACIÓ MIRADOR ASTRONÒMIC DE LA MASSANA", elaborat per P&M Enginyeria.

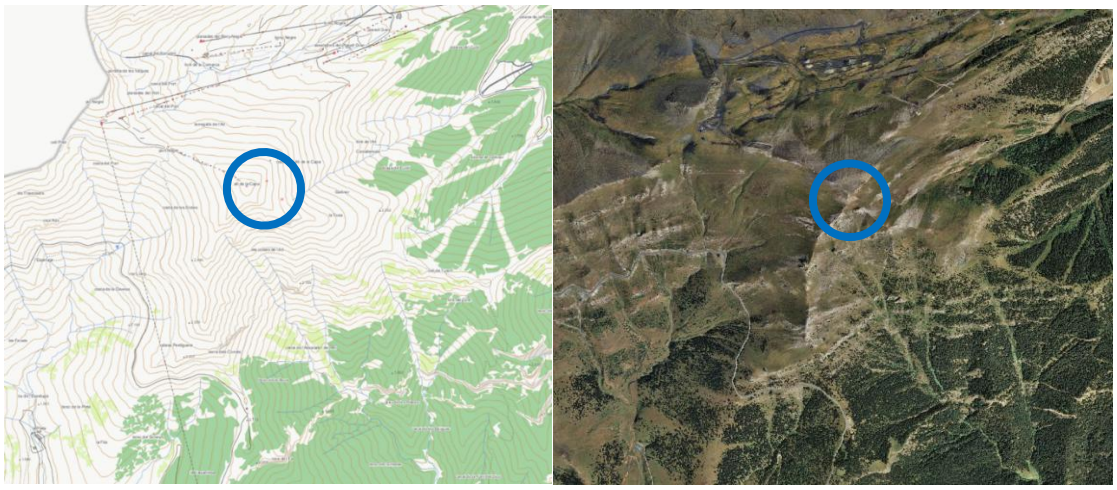
1.1.1. EMPRESA I TÈCNIC

L'estudi geològic i l'anàlisi geotècnic ha estat realitzat pel despatx **P&M ENGINYERIA** per:

- Carles Puig Becerra, Enginyer de Camins, Canals i Ports, amb afiliació al Col·legi d'Enginyers d'Andorra núm. 201.

1.1.2. SITUACIÓ DE LA PARCEL·LA OBJECTE D'ESTUDI

L'emplaçament del mirador solar es troba situat en proximitat al cim del Pic Alt de la Capa, població d'Arinsal i Parròquia de la Massana. Concretament aquest es disposa en la carena entre població d'Arinsal i Pal.



Emplaçament (esquerra – fons IDE Andorra, dreta – ortofoto 2012 IDE Andorra)

1.1.3. REFERÈNCIA AL PROJECTE GENERAL AL QUAL VA LLIGAT L'INFORME GEOLÒGIC

Tal com s'ha mencionat amb anterioritat aquest document va lligat al "PROJECTE D'EXCAVACIÓ MIRADOR ASTRONÒMIC DE LA MASSANA" elaborat per P&M Enginyeria. En aquest es descriuen totes aquelles actuacions a nivell de modificació de l'estat

natural del terreny per assolir l'estat final amb les plataformes o terrasses projectades, per a construir un habitatge unifamiliar.

1.2. ESTUDI GEOLÒGIC

1.2.1. DEFINICIÓ DE LA CAMPANYA

Per la redacció del present estudi, s'ha realitzat una inspecció visual de la zona en qüestió, analitzant els afloraments naturals del terreny. Es preveu que dita informació i suposicions establertes en el present estudi es corroborin amb una petita campanya de prospeccions a realitzar durant els mesos de primavera, una vegada fosa la neu en l'indret objecte d'estudi.

També s'ha tingut en consideració la informació i documentació existent geològicia, geomorfològica i de riscos geològics editada i publicada per Crecit i l'Institut d'Estudis d'Andorra.

D'acord amb l'exposat, **la metodologia utilitzada garanteix de forma suficient la caracterització de l'estat del terreny segons els treballs de modificació de l'estat del terreny projectats**.

1.2.2. CARACTERITZACIÓ GEOLÒGICA

Context geològic general

El marc geològic on es situa el Principat d'Andorra és l'anomenada Zona Axial dels Pirineus.

Si exceptuem els dipòsits quaternaris, Andorra està formada exclusivament per materials precarbonífers. Formen part del conjunt de materials paleozoics que afloren a la zona central del Pirineu, en una extensa feixa orientada aproximadament EO. Aquests materials han experimentat els efectes de l'orogènia herciniana, que tingué lloc durant el Carbonífer i que culminà amb la formació d'una serralada de plegament, erosionada posteriorment durant el mateix Paleozoic. Aquests materials tenen una història geològica més complexa, perquè formen part d'un sector de la Serralada Herciniana situada al domini alpí, és a dir deformada posteriorment per l'orogènia alpina, que tingué lloc durant el Terciari. Tanmateix, la deformació i els processos tèrmics alpins que han experimentat els materials hercinians del Pirineu, a diferència del que succeeix en d'altres serralades alpines, no han estat prou intensos per esborrar les característiques hercinianes d'aquests materials. Els massissos muntanyosos actuals formats per materials paleozoics, com és el cas d'Andorra, tenen l'origen en moviments recents i no representen, doncs, antics relleus heretats de la primitiva Serralada Herciniana, atès que aquesta quedà fortament erosionada al final del Paleozoic. Des d'aquest punt de vista, podem considerar que Andorra està formada per un conjunt de blocs de roques antigues aixecades per moviments recents.

Després d'aquestes etapes de deformació dels materials Paleozoics, el relleu va ésser retreballat durant les glaciacions Pleistocenes. Les glaceres varen modelar circs glacials en capçalera i excavar les valls, etapa en la qual els massissos dels vessants de les valls van estar subjectes a grans esforços de compressió. Un cop van desaparèixer les glaceres va començar els processos de descompressió dels massissos, aquesta relaxació de l'estat tensional és una de les causes dels processos geològics actuals.

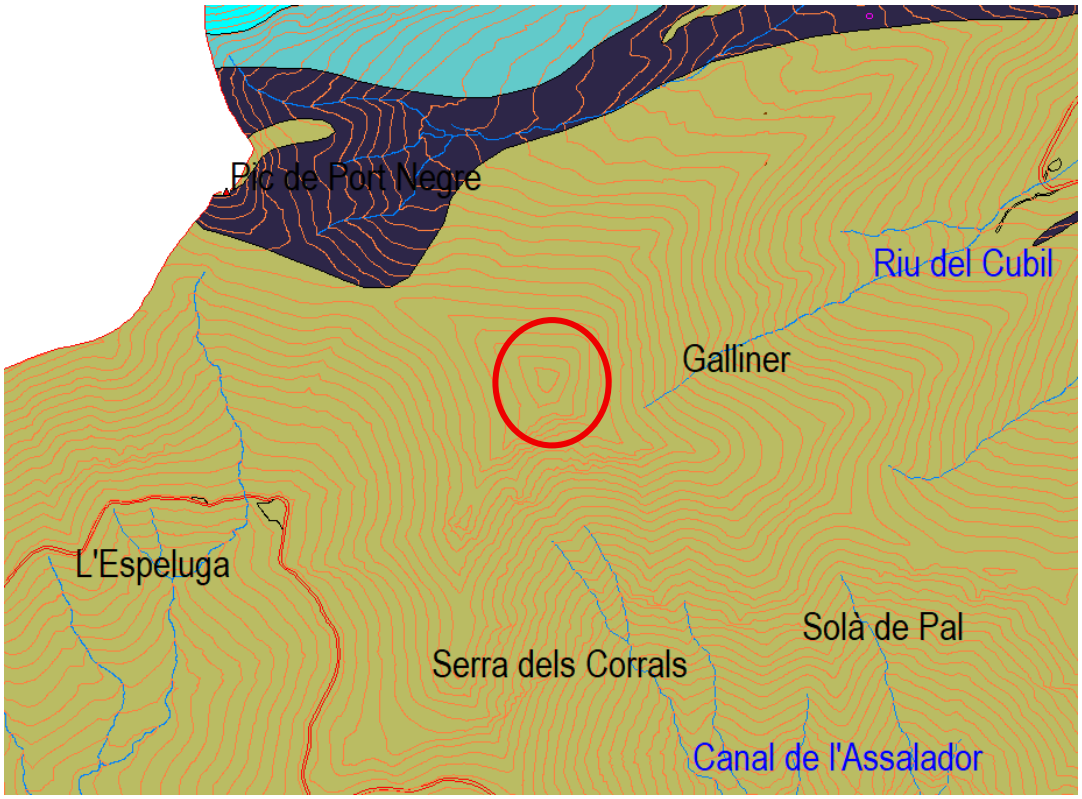
Geologia local i descripció de la parcel·la

La parcel·la es troba situada sobre un terreny amb presencia de sediments glacials que entapissen l'estrat rocós, format per roques carbonàtiques. Aquest darrer estrat però no s'ha detectat amb els sondejos executats a la parcel·la fins a una fondària de 16 m. al sondeig S2.

Com s'ha mencionat anteriorment l'emplaçament es troba en proximitat del cim del Pic Alt de la Capa. El terreny característic de la zona es troba format per substrat rocós i entapissat per una capa de terra vegetal de poc espessor característica de l'alta muntanya.

Aquesta es troba sobre una superfície d'erosió pregracial degradada formada per un procés de dinàmica poligènica.

Les superfícies d'erosió són grans replans situats en les capçaleres de les muntanyes que corresponen a un conjunt de relleus de diferents edats en els quals es va incidir la xarxa fluvial actual. Per tant, aquestes superfícies d'erosió corresponen a les restes d'un relleu preglacial gairebé esborrat. L'origen de les superfícies d'erosió es pot atribuir a diferents processos morfogenètics (Factors (aigua, vent, glaç, etc.) que contribueixen directa o indirectament en el modelat i evolució del relleu terrestre) donats en un context morfoclimàtic diferent a l'actual.



Mapa geològic d'Andorra 1:50000

Sediments glacials (QG)

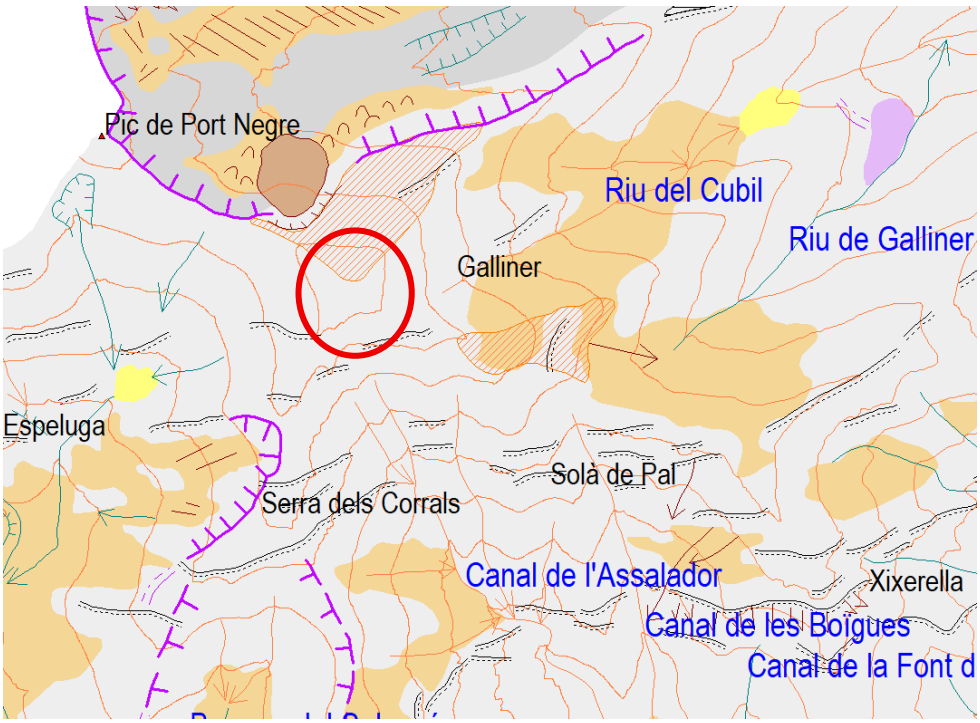
Grans esllavissaments (QE)

Metamorfisme de contacte (MC)

Sediments fluvio-torrencials (QF)

1.2.3. CARACTERITZACIÓ GEOMORFOLÒGICA

Des del punt de vista geomorfològic, l'emplaçament es troba sobre substrat rocós format per roques carbonàtiques: calcàries, marbres i calcofil·lites entapissades per una petita capa de terreny vegetal amb espècies característiques de la vegetació d'alta muntanya.



Mapa geomorfològic d'Andorra 1:50000

Roques metamòrfiques amb fracturació intensa: pissarres, fil·lites i esquistos

Roques carbonàtiques: calcàries, marbres i calcofil·lites.

Dipòsit d'esllavissades

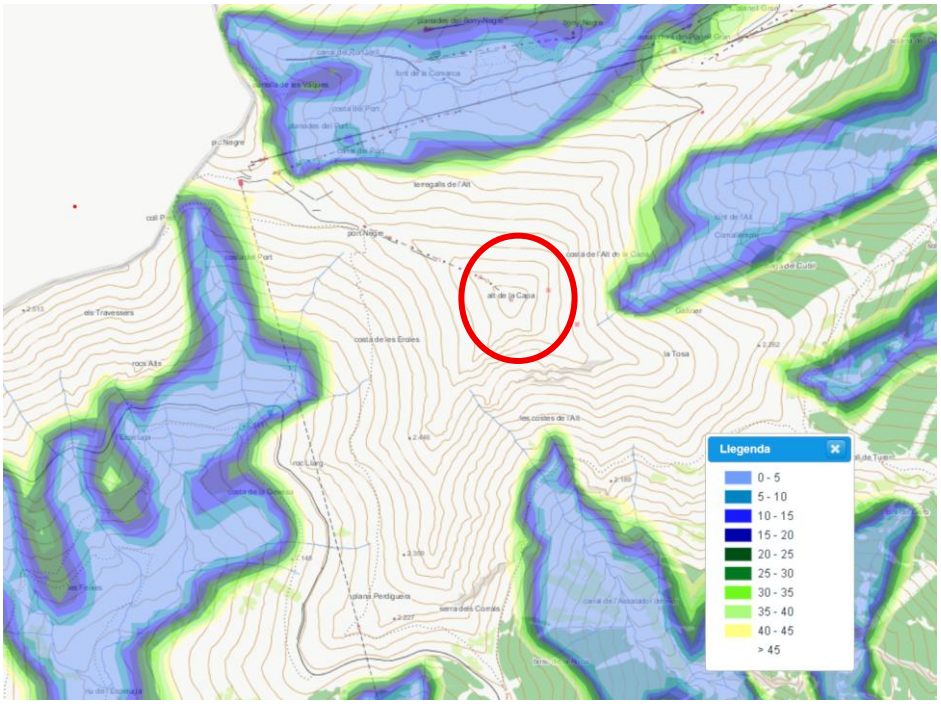
Superficie d'erosió preglacial degradada, Dinámica poligènica

Dipòsit d'esllavissades

1.2.4. CARACTERITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA

Segons la documentació de l'IDE, la profunditat del nivell freàtic en la zona es superior a 45 m. de fondària, com es propi de les zones en proximitat del cim.

Addicionalment, no s'observa cap surgència d'aigua en proximitat de l'emplaçament (llac o font), descartant la intercepció de cap curs amb les tasques d'excavació projectades.



Consulta profunditat NF IDE Andorra.

1.2.5. CARACTERIZACIÓ GEOTÈCNICA

L'objectiu de la caracterització geotècnica es determinar les característiques dels materials que conformen els diferents estrats del sòl sobre els que es recolzarà l'estructura del edifici unifamiliar.

A la campanya de prospeccions només s'ha detectat una unitat geològica, la qual es pot classificar com a arena llimosa (SM) amb els següents valors de paràmetres geotècnics.

Capacitat portant:	Tensió admissible = 6 kp/cm^2
Caracterització:	Densitat = 28 kN/m^3
	Cohesió = 10000 KPa
	Angle de fregament intern = 32º

Així com dits substrats rocosos tenen valors elevats de cohesió i capacitat portant, caldrà en la campanya de prospeccions prevista a executar analitzar les discontinuïtats del massís, per tal d'obtenir valors de resistència al tall realistes.

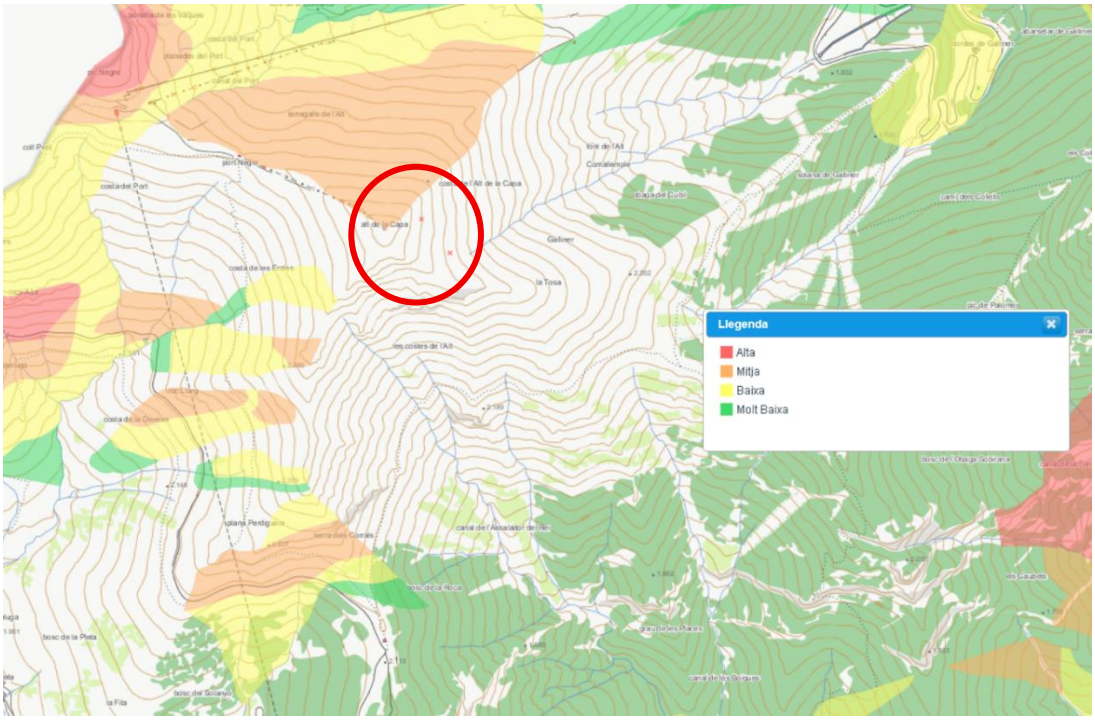
1.2.6. ANÀLISI DELS RISCOS GEOLÒGICS NATURALS

Pel que fa referència als riscos geològics naturals consultant L'ESTUDI DE LA ZONIFICACIÓ DEL TERRENY SEGONS LA SEVA PROBLEMÀTICA GEOLÒGICA-GEOTÈCNICA, colindant amb l'emplaçament i vessant avall, la zona està afectada per caiguda de blocs rocosos.

Com s'ha descrit anteriorment, les excavacions previstes són mínimes i situades en la part superior de la vessant, en proximitat del cim. Per tant no existeix la possibilitat d'haver de protegir

l'emplaçament davant cap caiguda de bloc i, degut a les excavacions plantejades tampoc es preveu generar cap inestabilitat vessant avall.

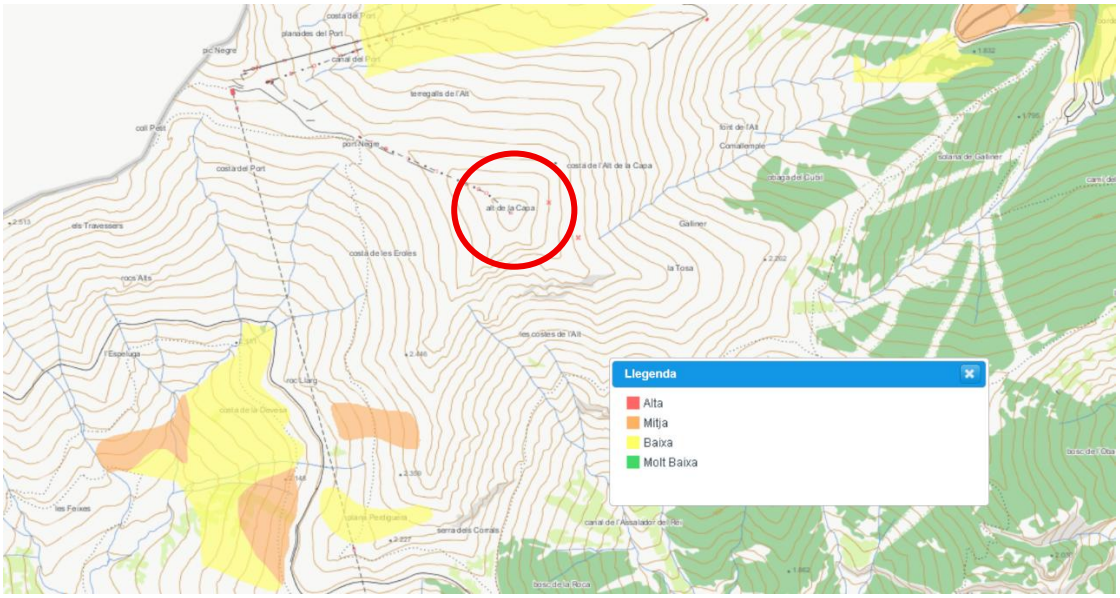
És garanteix per tant l'estabilitat del vessant en qualsevol fase de l'obra davant de caiguda de blocs rocosos no essent necessària cap tipus de mesura de protecció addicional.



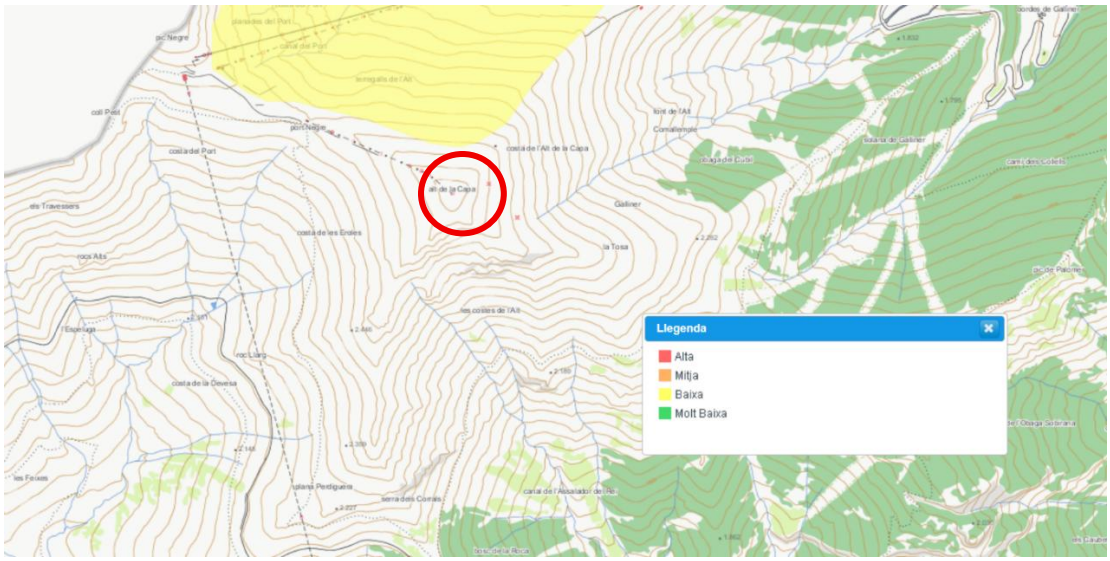
Consulta per perillositat de caiguda de Blocs Rocosos (IDE).

De la mateixa manera, l'emplaçament tampoc necessita de cap protecció per afectació d'allaus (superiorment) ni generarà cap inestabilitat vessant avall.

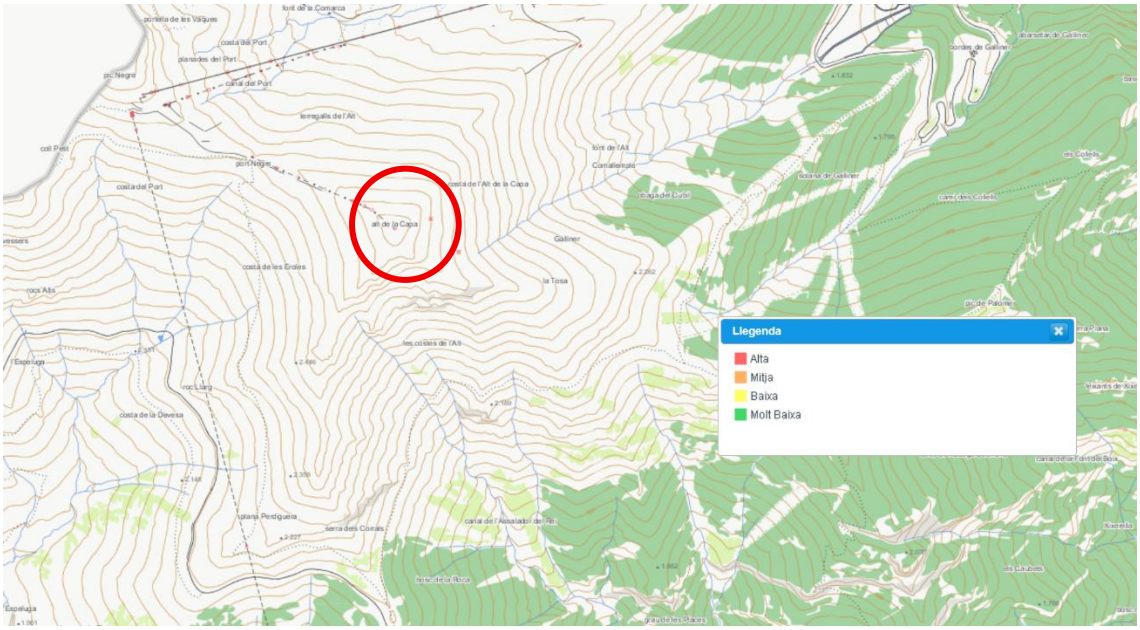
A continuació s'adjunten captures dels demés riscos sobre la zona d'estudi.



Consulta per perillositat d'esllavissades superficials (IDE).



Consulta per perillositat de corrents d'arrossegalls (IDE).



Consulta de perillositat per grans moviments (IDE).

2. ESTUDI GEOTÈCNIC

El present estudi geològic i geotècnic té per objecte la caracterització del terreny en el que es vol construir un Mirador solar, situat en proximitat del cim del Pic Alt de la Capa a Arinsal, parròquia de La Massana. Aquest estudi contempla la modificació de l'estat natural del terreny i l'estabilitat provisional durant la fase d'execució de les tasques previstes al projecte per assolir l'estat final, havent format les terrasses o plataformes projectades.

Aquest estudi geològic i geotècnic va lligat al projecte de modificació de l'estat natural del terreny "PROJECTE D'EXCAVACIÓ MIRADOR ASTRONÒMIC DE LA MASSANA", elaborat per P&M Enginyeria.

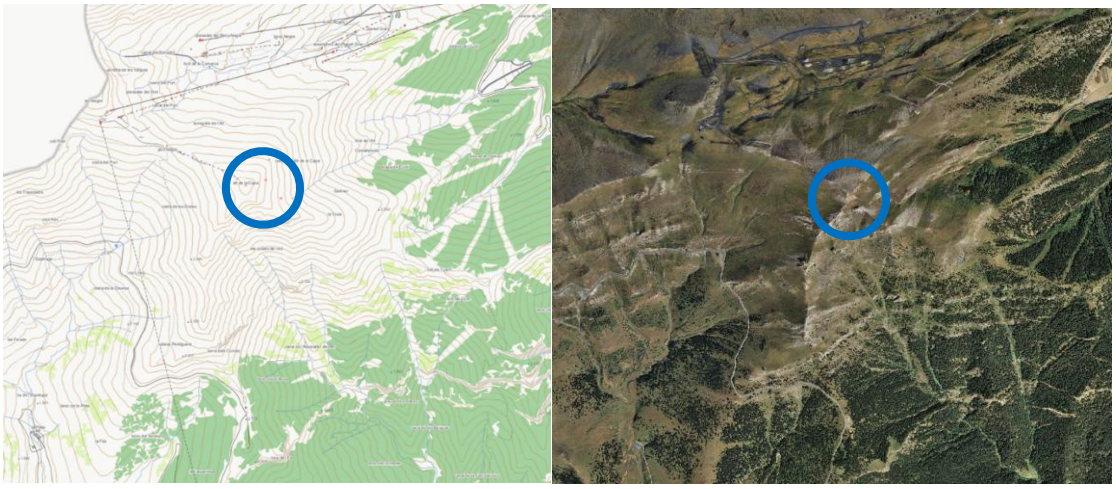
2.1.1. EMPRESA I TÈCNIC

L'estudi geològic i l'anàlisi geotècnic ha estat realitzat pel despatx **P&M ENGINYERIA** per:

- Carles Puig Becerra, Enginyer de Camins, Canals i Ports, amb afiliació al Col·legi d'Enginyers d'Andorra núm. 201.

2.1.2. SITUACIÓ DE LA PARCEL·LA OBJECTE D'ESTUDI

L'emplaçament del mirador solar es troba situat en proximitat al cim del Pic Alt de la Capa, població d'Arinsal i Parròquia de la Massana. Concretament aquest es disposa en la carena entre població d'Arinsal i Pal.



Emplaçament (esquerra – fons IDE Andorra, dreta – ortofoto 2012 IDE Andorra)

2.1.3. REFERÈNCIA AL PROJECTE GENERAL AL QUAL VA LLIGAT L'INFORME GEOLÒGIC

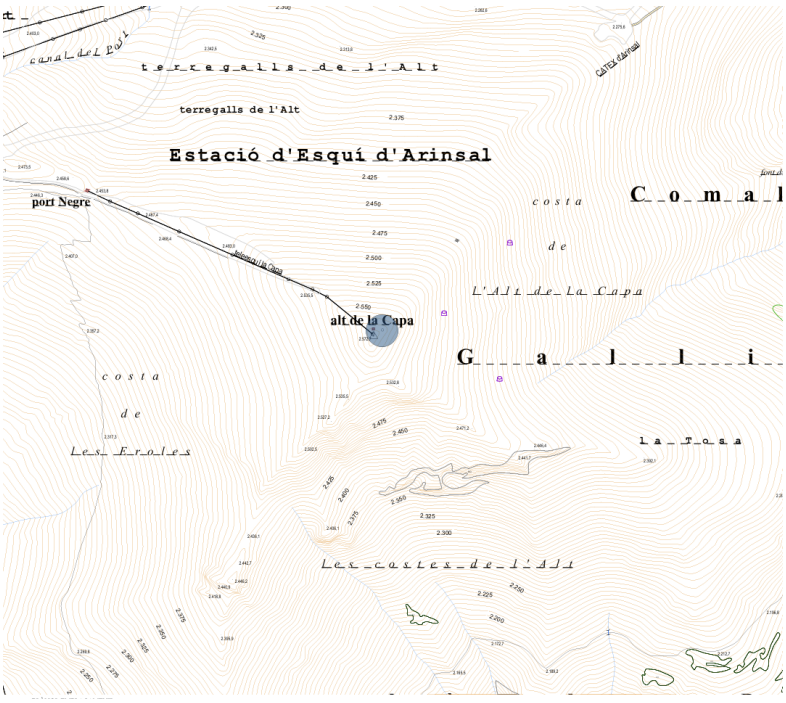
Tal com s'ha mencionat amb anterioritat aquest document va lligat al "PROJECTE D'EXCAVACIÓ MIRADOR ASTRONÒMIC DE LA MASSANA" elaborat per P&M Enginyeria. En aquest es descriuen totes aquelles actuacions a nivell de modificació de l'estat natural del terreny per assolir l'estat final amb les plataformes o terrasses projectades, per a construir un habitatge unifamiliar.

2.2. PROJECTE D'EXCAVACIONS.

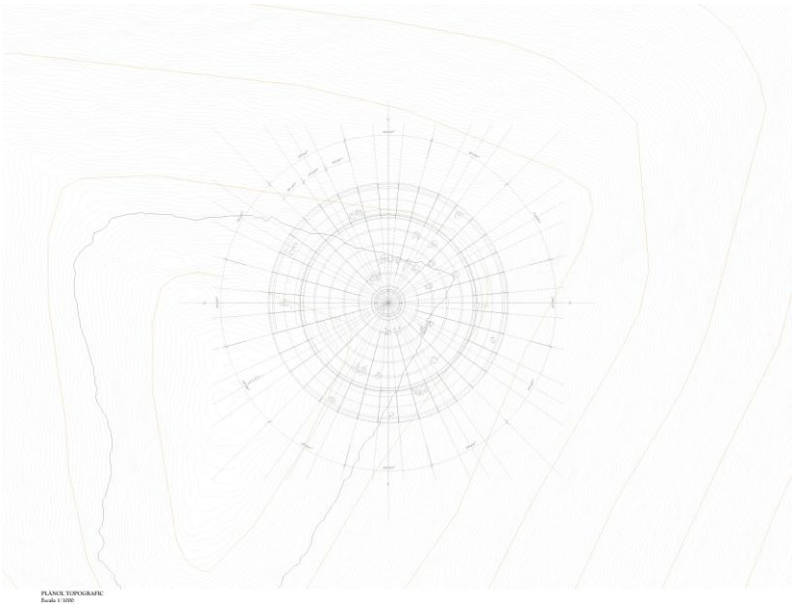
Previ a l'inici de les obres es col·locaran casetes d'obra (sanitaris, oficines i vestuaris) en proximitat a l'entorn i acordat amb l'estació (proximitat de l'arribada del telefèric de connexió amb el coll de la botella), i serveis mínims (sanitaris) en l'arribada del tele-arrastre.

Les excavacions relacionades amb aquest projecte són de magnitud més aviat reduïda, essent la única modificació del terreny les tasques per a materialitzar la plataforma de 4 m. de diàmetre per a emplaçar la fonamentació de l'estructura. Aquesta plataforma es situarà a la cota 2566,23 m. aproximadament, i sobre aquesta es disposaran 10 cm. de formigó de neteja per a anivelllar i l'encepat de 2,5 m. de cantell i 4 m. de diàmetre.

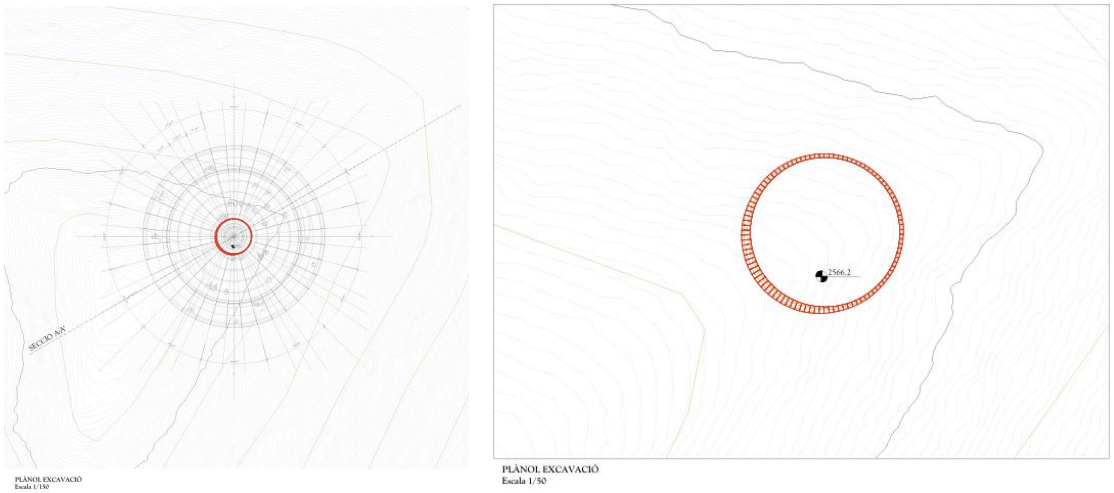
Totes els tasques d'excavació es preveuen en substrat rocós, tal i com es detalla al geotècnic visual i s'ha constrastat amb la inspecció visual del terreny. Tota aquesta informació es corroborarà amb una petita campanya de prospeccions que permetran extreure testimonis i analitzar capacitat portant de la roca i possibles discontinuïtats en el massís sobre el que es preveu fonamentar l'estructura del mirador. Degut a la impossibilitat de fer dita campanya durant la fase de projecte coincident amb època d'hivern, es preveu dur-la a terme durant la primavera, passada la fosa de neu.



Emplaçament Mirador Astronòmic sobre cartografia oficial Andorra (IDE)



Emplaçament Mirador Astronòmic sobre topogràfic de detall.



Planta general excavacions amb superposició d'estructura (esquerra). Planta de detall excavació (dreta).



Secció tipus excavació per a emplaçament de fonamentació.

Tal i com es pot veure a la secció adjunta les excavacions previstes són concentrades i amb una alçada màximad e talús de 2,5 m. aproximadament. Dits talussos plantejats són a 80º i auto-estables, de caràcter provisional i anul·lats una vegada s'executi la fonamentació de l'estructura.

Per tant, es garanteix que dits mitjans de sosteniment compleixen un coeficient mínim de seguretat associat de 1,30 durant la fase d'excavació i superiors a 2 una vegada executada l'estructura.

2.2.1. ANÀLISI D'ESTABILITAT DE LES EXCAVACIONS PROJECTADES

Com es descriu en l'apartat anterior els talussos generats són a 80º sobre substrat rocós i amb un desnivell màxim de 2,5 m. d'alçada. Aquests són provisionals i auto-estables, retirats una vegada s'executi la fonamentació del mirador.

El coeficient de seguretat associat serà superior a 1,30 durant la fase d'excavació i superior a 2 una vegada executada l'estructura.

2.2.2. TIPOLOGIA DE LES OBRES DE SOSTENIMENT DEL TERRENY

Com es descriu en l'apartat anterior els talussos generats són a 80º sobre substrat rocós i amb un desnivell màxim de 2,5 m. d'alçada. Aquests són provisionals i auto-estables, retirats una vegada s'executi la fonamentació del mirador.

El coeficient de seguretat associat serà superior a 1,30 durant la fase d'excavació i superior a 2 una vegada executada l'estructura.

2.2.3. ANÀLISI DE LES NOVES CONDICIONS D'ESTABILITAT

Els talussos generats són de caràcter provisional, a 80º en substrat rocós i amb un desnivell màxim de 2,5 m. Aquests seran anul·lats una vegada s'executi l'estructura. El coeficient de seguretat associat serà superior a 1,3 durant la fase d'excavació i superior a 2 en fase final.

Es garanteix per tant que **les noves condicions d'estabilitat garanteixen l'estabilitat del conjunt del vessant**.

2.3. FONAMENTACIONS

2.3.1. CONDICIONS GENERALS DE FONAMENTACIÓ

La fonamentació prevista per a l'estructura del mirador està fomada per una sabata o encepat de 4 m. de diàmetre i 2,5 m. d'alçada, projectada amb formigó armat i que transmetrà les tensions de compressió directament al terreny i les traccions derivades de les asimetries en la geometria del mateix i en els estats de càrrega mitjançant ancoratges definitius en substrat rocós.

2.3.2. DETERMINACIÓ DE LA TENSIÓ ADMISSIBLE I DELS ASSENTAMENTS.

La globalitat de l'estructura es recolzarà sobre substrat rocós, considerant del costat de la seguretat una tensió admissible de 6 kp/cm^2. Per a suportar les traccions derivades de l'estat de volcament de l'estructura es realitzarà una petita campanya de prospeccions que permetin corroborar la presencia

de discontinuïtats en el massís i que permetran ajustar correctament la longitud dels ancoratges previstos en el projecte.

No es preveuen assentaments diferencials.

2.3.3. TIPOLOGIA DE LES OBRES DE FONAMENTACIÓ

La fonamentació prevista per a l'estructura del mirador està fomada per una sabata o encepat de 4 m. de diàmetre i 2,5 m. d'alçada, projectada amb formigó armat i que transmetrà les tensions de compressió directament al terreny i les traccions derivades de les asimetries en la geometria del mateix i en els estats de càrrega mitjançant ancoratges definitius en substrat rocós.

2.4. ALTRES ASPECTES GEOTÈCNICS ANALITZATS

2.4.1. OBRES DE DRENATGE

No es preveu haver de drenar aigües provinents del subsol, per absència de intercepció del nivell freàtic.

2.4.2. CAPACITAT PORTANT

Es considera, de forma conservadora, una capacitat portant de 6 kp/cm^2.

2.5. PLA DE SEGUIMENT DE L'OBRA EN FASE D'EXECUCIÓ

2.5.1. CONDICIONS GENERALS

Com es descriu en l'apartat anterior els talussos generats són a 80º sobre substrat rocós i amb un desnivell màxim de 2,5 m. d'alçada. Aquests són provisionals i auto-estables, retirats una vegada s'executi la fonamentació del mirador.

El coeficient de seguretat associat serà superior a 1,30 durant la fase d'excavació i superior a 2 una vegada executada l'estructura.

2.5.2. 2.5.2. TENSIÓ ADMISSIBLE I ASSENTAMENTS

Es considera, de forma conservadora, una capacitat portant de 6 kp/cm^2.

2.5.3. TIPOLOGIA I ASPECTES CONSTRUCTIUS

No es preveu l'aparició d'assentaments diferencials. Gràcies a la fonamentació prevista en el projecte i a la tipologia del terreny de l'emplaçament es garantitza el comportament monolític del conjunt.

2.5.4. 2.5.4. ASPECTES GEOTÈCNICS

Veure apartat 2.2.

2.5.5. SISTEMÀTICA DE CONTROL (PLÀ DE CONTROL)

Atès l'abast dels treballs es preveurà el seguiment com a mínim setmanal de l'avanç dels treballs.

2.6. ANÀLISI DE LA CONVENIÈNCIA D'INSTAL·LAR SISTEMES D'AUSCULTACIÓ

Amb els controls descrits al punt anterior, es descarta la instal·lació de sistemes d'auscultació.

Signat digitalment per:
CARLES PUIG BECERRA

A Andorra la Vella, 16 d'Abril del 2026

Carles PUIG BECERRA
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Col·legiat núm 201 del COEA

Signat digitalment per:
ANTONI RIBERAYGUA MAGALLON
(SIGNATURA)