



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y NATURALEZA

Plaza de España s/n. Palacio de la Asamblea
CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA

Tras la firma del 3^{er} Convenio específico de colaboración entre la Ciudad Autónoma de Melilla y la Universidad de Granada para el estudio de especies y hábitats de las zonas ZEC y el litoral de Melilla (BOME, 3 de octubre de 2023), el equipo de investigación formado por el Dr. D. Juan Antonio González García (responsable de convenio), profesor Titular del departamento de Zoología de la Universidad de Granada, la Dra. Carmen Enrique Mirón, profesora Titular del departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, la Dra. Verónica Guilarte Moreno, profesora del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y el colaborador externo D. Pedro Paredes Ruiz, licenciado en Ciencias Ambientales, emiten el siguiente informe.

Fdo. Juan Antonio González García

Fdo. Carmen Enrique Mirón

Melilla, 29 de febrero de 2024

Firma (2): JUAN ANTONIO GONZÁLEZ GARCÍA

En calidad de: Firmante

Firma (1): CARMEN ENRIQUE MIRÓN

En calidad de: Firmante



Firma (1): CARMEN ENRIQUE MIRÓN
En calidad de: Firmante

Firma (2): JUAN ANTONIO GONZÁLEZ GARCÍA
En calidad de: Firmante



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>
Código seguro de verificación (CSV): **7BE0758D1D40F5C09906DD06A02CEA99**

29/02/2024 - 10:10:56
Pág. 2 de 2

5º Informe

Febrero 2024



Estudio de las especies y hábitats protegidos de las ZEC y el litoral de Melilla



Juan Antonio González García
Pedro Paredes Ruiz
Carmen Enrique Mirón
Verónica Guilarte Moreno

Convenio de Colaboración

Ciudad Autónoma de Melilla - Universidad de Granada



”

Tras la firma del 3^{er} Convenio específico de colaboración entre la Ciudad Autónoma de Melilla y la Universidad de Granada para el estudio de especies y hábitats de las zonas ZEC y el litoral de Melilla (BOME, 3 de octubre de 2023), el equipo de investigación formado por el Dr. D. Juan Antonio González García (responsable de convenio), profesor Titular del departamento de Zoología de la Universidad de Granada, la Dra. Carmen Enrique Mirón, profesora Titular del departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, la Dra. Verónica Guilarte Moreno, profesora del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y el colaborador externo D. Pedro Paredes Ruiz, licenciado en Ciencias Ambientales, emiten el siguiente informe.

Melilla, 29 de febrero de 2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS Pág. 5
2. METODOLOGÍA Y MATERIALES Pág. 6
3. **ESTUDIO DE PARCELAS TERRESTRES PROTÓPICAS DE LAS ZONAS DE ESPECIAL CONSERVACIÓN DE MELILLA (ZECs)** Pág. 9
 - SELECCIÓN DE INDICADORES Pág. 9
 - 3.1. **PARCELA 1. ACANTILADOS DE AGUADÚ (ZEC MARÍTIMO-TERRESTRE). BARRANCO DEL QUEMADERO** Pág. 11
 - A) **MUESTREO DE 21 DE FEBRERO DE 2020** Pág. 11
 - DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS Pág. 11
 - ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA Pág.12
 - ESTUDIO EDAFOLÓGICO Pág. 14
 - INFLUENCIA ANTRÓPICA Pág. 21
 - VEGETACIÓN Pág. 22
 - B) **MUESTREO DE 11 DE MARZO DE 2021** Pág. 27
 - DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS Pág. 27
 - VEGETACIÓN Pág. 29
 - 3.2. **PARCELA 2. BARRANCO DEL RÍO NANO (ZEC MARÍTIMO-TERRESTRE). PANTANO DE LAS ADELAS** Pág. 33
 - A) **MUESTREO DE 27 DE FEBRERO DE 2020** Pág. 33
 - ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA Pág. 33
 - ESTUDIO EDAFOLÓGICO Pág. 34
 - INFLUENCIA ANTRÓPICA Pág. 39
 - VEGETACIÓN Pág. 41
 - B) **MUESTREO DE 12 DE MARZO DE 2021** Pág. 43
 - VEGETACIÓN Pág. 43
 - 3.3. **PARCELA 3. ZEC TERRESTRE DEL BARRANCO DEL RÍO NANO. ZONA DE TULIPANES** Pág. 47
 - C) **MUESTREO DE 6 DE FEBRERO DE 2020** Pág. 47
 - ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA Pág. 47
 - ESTUDIO EDAFOLÓGICO Pág. 48
 - INFLUENCIA ANTRÓPICA Pág. 52
 - VEGETACIÓN Pág. 52
 - D) **MUESTREO DE 13 DE MARZO DE 2021**
 - VEGETACIÓN Pág. 57

- 3.4. PARCELA 4. ZEC TERRESTRE DEL BARRANCO DEL RÍO NANO.
ZONA DE REPOBLACIONES** Pág. 60
- E) MUESTREO DE 12 DE FEBRERO DE 2020** Pág. 60
ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA Pág. 60
ESTUDIO EDAFOLÓGICO Pág. 61
INFLUENCIA ANTRÓPICA Pág. 65
VEGETACIÓN Pág. 65
- F) MUESTREO DE 10 DE MARZO DE 2021** Pág. 71
VEGETACIÓN Pág. 72
- 4. REINTRODUCCIÓN DE EJEMPLARES DE TESTUDO GRAECA PROVENIENTES DE LA
RESERVA DE LA GRANJA ESCUELA FELIPE VI EN LA ZEC DEL NANO** Pág. 75
LA RESERVA DE LA GRANJA ESCUELA Pág. 75
REINTRODUCCIÓN DE TESTUDO GRAECA EN LA ZEC DEL NANO Pág. 76
- 5. IMPACTO EN EL HÁBITAT, LA FLORA Y LA FAUNA CAUSADO POR LAS OBRAS EN LA ZEC
MARÍTIMO-TERRESTRE DE AGUADÚ DESDE PRINCIPIOS DE AGOSTO DE 2023** Pág. 79
DETERIORO PAISAJÍSTICO-FÍSICO Pág. 80
DETERIORO DE LA VEGETACIÓN Pág. 82
PÉRDIDA DEL SUELO: SUS CONSECUENCIAS Pág. 83
- 6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA** Pág. 88

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Tras la entrega, en diciembre de 2019, del cuarto informe de seguimiento correspondiente al “2º Convenio específico de colaboración entre la Ciudad Autónoma de Melilla y la Universidad de Granada para el estudio de especies y hábitats de las zonas ZEC y el litoral de Melilla” (BOME de 21 de mayo de 2019), emitimos un quinto, en febrero de 2020, en el que analizamos y dimos una visión general del estado en el que se encontraban los hábitats representados en las zonas ZEC, especialmente de los factores que, de forma predominante, van contribuyendo a su degradación temporal paulatina; así mismo, se recogió una propuesta de estrategia para la conservación de la *Patella ferruginea* en nuestra ciudad.

Después sufrimos el *impasse* que supuso la pandemia por Covid-19, tres años en los que los avatares de la vida humana se detuvieron en buena medida, pero la Naturaleza no. Y nosotros, como profesores universitarios y aunque fuera de cualquier convenio de colaboración, seguimos investigando, ahora a través de salidas de campo quizás más espaciadas en el tiempo, el medio ambiente melillense. Parte de los nuevos datos los hemos dado a conocer antes de la firma del convenio que actualmente nos ocupa, pero otra parte la reservamos y aparece en este sexto informe, junto a los obtenidos en el período que desde octubre de 2023 a marzo de 2024.

En el informe anterior, diciembre de 2019, se dieron por concluidos los inventarios, censos, distribuciones y densidades de los taxones y los hábitats vegetales incluidos en los anexos I y IV de la Directiva Hábitat (92/43/CEE). En este iniciamos estudios pormenorizados de las dos ZEC, a partir de ciertas parcelas que consideramos representativas de ellas, estudios que pretendemos continuar en el tiempo y que nos dan información fidedigna de cómo va siendo la evolución de las zonas protegidas de Melilla, porque solo un seguimiento ecológico preciso y continuado nos llevará a evaluar su devenir temporal y a trazar posibles líneas de actuación que ralenticen el proceso negativo que se está dando en las últimas décadas. Además, se recogen las reintroducciones que se han empezado a realizar en la ZEC terrestre del barranco del río Nano, de la especie endémica protegida *Testudo graeca* (tortuga mora); y, por último, desgraciadamente, nos hacemos eco del ecocidio ocurrido en la zona litoral de la ZEC de Aguadú con las obras iniciadas en agosto de 2023.

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

Los materiales usados durante esta fase de los trabajos, al igual que en las anteriores, proceden de los Dptos. de Zoología y Química Inorgánica de la Universidad de Granada (Campus de Melilla) o son propiedad privada de los autores del informe. *In situ*, se ha utilizado material clásico de campo y de inmersión. En este último caso una embarcación tipo *zodiac*, trajes de neopreno, botellas de aire comprimido, salinómetro/termómetro Orionmodel 105, para fotografía submarina cámaras Canon Powershot G-12 y carcasa submarina Canon WP-DC 34, pies de rey clásicos y nonius manuales y electrónicos, cintas métricas, GPS MAP 78S (1WRO45051), compases SUB RUMBO ROJO. En laboratorio, para la determinación de especies de morfología microscópica, un microscopio Motic BA410 y un estereomicroscopio binocular Dicsa.

En la Figura 1 (tabla) recogemos las salidas y trabajos de campo, tanto los anteriores a la firma del 3^{er} convenio, desde febrero del 2020 hasta principios de octubre de 2023, como las realizadas a partir de esta última hasta el 31 de marzo de 2024, fecha de la entrega de este informe. Siguen el orden cronológico, especificando las fechas y horas de trabajo, y los objetivos iniciales planteados para cada una de ellas.

ZONA	Subzonas	Fecha y horas	Objetivos
ZEC Nano	Parcela 3	6-II-2020 9-14 h y 16-19 h	Estudio general parcela
ZEC Aguadú	Parcela 1	21-II-2020 9-14 h y 16-19 h	Estudio general parcela
ZEC Aguadú	Parcela 1 y B. del Quemadero	24-II-2020 9-14 h y 16-19 h	Estudio general parcela y vegetación del Barranco del Quemadero
ZEC Nano	Parcela 2	27-II-2020 9-14 h y 16-19 h	Estudio general parcela
ZEC Nano	Parcela 4	12-II-2020 9-14 h y 16-19 h	Estudio general parcela

ZEC Aguadú	Zona marina hasta 20 m de profundidad	14-XI-2020	Buceo y realización de fotos
Litoral a la altura del helipuerto	Mirador	26-II-2021	Estudios vegetación
ZEC Aguadú	Parcela 1	11-III-2021 9-14 h y 16-19 h	Estudio general de la parcela
ZEC Nano	Parcela 4	10-III-2021 15- 19 h y 16-19 h	Estudio general de la parcela
ZEC Nano	Parcela 2	12-III-2021 9-14 h y 16-19 h	Estudio general de la parcela
ZEC Nano	Parcela 3	13-III-2021 9-14 h y 16-19 h	Estudio general de la parcela
ZEC Aguadú	Zona marina hasta 20 m de profundidad	11-VI-2021	Buceo y realización de fotos
Punta de Rostrogordo		26-IX-2021 9-14 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Puerto Noray	Escollera externa	25-X-2021 10-13;16-19 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
ZEC Nano Zona 1		12-III-2022 10-13 h	Observaciones sobre Influencia humana
Puerto Noray	Escollera interna	9-V-2022 16-19 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
ZEC Nano y Aguadú	Zonas norte del Nano y Quemadero	20-V-2022 10-13 h	Observaciones generales
Playa Hípica	Dique Sur	13-IX-2022 10-13 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Playa Cárabos	Dique 1	15-IX-2022 10-12 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Puerto	Club Marítimo	25-VII-2022 17-18 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Playa Cárabos	Dique 2	29-VII-2022 10-12 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Puerto	Escollera NE	22-IX-2022 16-21 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
Puerto	Escollera NE	23-IX-2022 16-21 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>

Puerto	Cargadero Mineral	28-X-2022 10-12 h	Inventario y mediciones <i>Patella ferruginea</i>
ZEC Aguadú	Litoral	28-VII-2023 9-13 h	Inventario vegetación
ZEC Aguadú	Litoral	5-IX-2023 10-11 h	Seguimientos de desmontes y destrozos en la vegetación tras el inicio de las obras desde el balcón del Quemadero
ZEC Aguadú	Litoral	19-IX-2023 10-11 h	
ZEC Aguadú	Litoral	21-IX-2023 10-11 h	
ZEC Aguadú	Litoral	29-IX-2023 12-13 h	
ZEC Nano	Zonas 2 y 3	29-IX-2023	Reintroducción tortugas moras
ZEC Aguadú	Litoral	5-X-2023 12-13 h	
ZEC Aguadú	Litoral y B. Quemadero	19-X-2023 11-13 h	
ZEC Nano	Zonas 2 y 3	5-X-2023	Seguimiento obras y observaciones generales Quemadero
ZEC Aguadú	Barranco del Quemadero	23-X-2023 9-14 h	Reintroducción tortugas moras
ZEC Aguadú	Barranco del Quemadero	26-X-2023 9-14 h	Estudios vegetación y Parcela 1
ZEC Aguadú	Litoral	2-XI-2023 10-13 h	Estudios vegetación y Parcela 1
ZEC Nano	Parcela 2	9-XI-2023 9-14 h	Observaciones de los destrozos en compañía de los técnicos de las obras
ZEC Nano	Parcela 3	16-XI-2023 9-14 h	Estudio general parcela
ZEC Nano	Parcela 4	23-XI-2023 9-14 h	Estudio general parcela

Figura 1. Tabla de muestreos: zonas, días y objeto de estudios

En este primer informe de 2024 nos vamos a centrar en las observaciones, datos y resultados obtenidos en los muestreos realizados en las salidas de campo que aparecen resaltadas en rojo y que se corresponden con a) el estudio y seguimiento pormenorizado, en los años de la pandemia de Covid-19 (2020 y 2021) de las 4 parcelas prototípicas seleccionadas, b) la reintroducción de parejas de la especie protegida *Testudo graeca* (tortuga mora) en la ZEC del Nano, y c) el estudio de los efectos destructivos que las obras iniciadas en agosto de 2023 han causado en la parcela litoral de la ZEC de Aguadú.

3. ESTUDIO DE PARCELAS TERRESTRES PROTOTÍPICAS DE LAS ZECs DE MELILLA (2020-2021)

SELECCIÓN DE INDICADORES

Aunque los indicadores que nos van a servir para ir analizando la evolución de nuestras Zonas de Especial Conservación fueron definidos tras los trabajos realizados en esta primera parcela del barranco del Quemadero, creemos interesante incluirlos aquí, por delante de los resultados obtenidos. Así se tiene una referencia clara para el resto del informe que nos ocupa y también para los de las parcelas que seguirán.

Una vez realizado este primer estudio y considerando las características particulares que concurren en una vegetación que, sin duda, debemos incluirla en el hábitat protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación **5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos**, decidimos los indicadores que nos van a servir para comparaciones y evaluaciones posteriores que, a nuestro juicio, deben abarcar sucesivas anualidades y dentro de ellas, jornadas de seguimiento que incluyan las 4 estaciones del año.

1. Altura de la vegetación

- a) Máxima. Debida a especies concretas, a veces de la cohorte o esporádicas.
- b) Media. Debida al aspecto fisionómico que aportan las especies dominantes y que a veces deberá especificarse teniendo en cuenta 1, 2 ó más estratos.

2. Diversidad Vegetal

- a) Número total de taxones vegetales, incluyendo criptógamas (musgos, líquenes) en el momento del muestreo.
- b) % de diversidad del muestreo respecto a la diversidad total que se recoge en el catálogo general (todas las estaciones del año), tal y como aparece en el informe de diciembre de 2018.
- c) Presencia de especies invasoras o de repoblación.

- d) Presencia de especies de interés ecológico que, aunque ausentes en la parcela, sí se localizan en sus alrededores.

3. Cobertura general y relativa por taxones

- a) % en visión zenital de la superficie ocupada por vegetales respecto a la superficie total de la parcela. Porcentaje medido, de forma aproximada, sobre el terreno y a través de las fotografías realizadas “in situ” de todos y cada uno de los metros cuadrados de cada una de las hileras paralelas en que dividimos las parcelas de estudio.
- b) % en visión zenital de las superficies ocupadas por las especies dominantes respecto a la superficie total ocupada por vegetales. Medido de la misma forma que en el caso anterior.

4. Especies vegetales representativas de la calidad ecológica del lugar: dominantes y cohorte. Densidades, recubrimientos, mortandades, proliferaciones, floraciones y fructificaciones. Este Indicador irá tomando sentido conforme se avance en el estudio dinámico de años sucesivos.

4. Diversidad Animal

- a) Fauna edáfica
- b) Fauna infralapidícola
- c) Fauna aérea

5. Grado de influencia antrópica según escala “ad hoc”

- 0. Nula
- 1. Leve: pisadas, algún pequeño residuo
- 2. Evidente: caminos, pistas, residuos bien visibles
- 3. Total. La actividad humana domina el paisaje

6. Grado de humedad edáfica según una escala “ad hoc”

- 0. Sequedad fuerte o crítica
- 1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
- 2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes
- 3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

3.1. PARCELA 1. ACANTILADOS DE AGUADÚ
ZEC Marítimo-Terrestre. BARRANCO DEL QUEMADERO
 (Coordenadas: 35.31978; -2.953890)

A) MUESTREOS DE 21 DE FEBRERO DE 2020

DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS

En la región de Melilla, con un clima que oscila, siguiendo a Köppen, entre el subdesértico (BSh) y el mediterráneo de tipo griego (Csa) en función del año y hasta de la serie temporal que se tenga en cuenta, consideramos que es importante, ante un estudio científico del suelo y la vegetación, que tengamos en cuenta los datos meteorológicos próximos en el tiempo (año, meses y semanas precedentes al estudio de campo), que habrán influido de forma más o menos apreciable. Extractamos en la Figura 2 los datos del servicio de Meteorología del Aeropuerto de Melilla del año 2019 y de los meses previos, enero y febrero de 2020, a los muestreos de la parcela que nos ocupa.

AÑO 2019	
<i>T media min (°C)</i>	15,9
<i>T media máx (°C)</i>	22,7
<i>T media</i>	19,4
<i>P total (mm)</i>	258,54
<i>Días de lluvia</i>	88
ENERO 2020	
<i>T media min (°C)</i>	9,9
<i>T media máx (°C)</i>	17,7
<i>T media (°C)</i>	13,8
<i>P total (mm)</i>	14,6
<i>Días de lluvia</i>	6
FEBRERO 2020	
<i>T media min (°C)</i>	12,4
<i>T media máx (°C)</i>	18,8
<i>T media (°C)</i>	15,6

<i>P total (mm)</i>	0
<i>Días de lluvia</i>	0
ÚLTIMA SEMANA	
<i>P total (mm)</i>	0
<i>Días de lluvia</i>	0

Figura 2. Datos extractados de AEMET (Aerop. Melilla)

Si analizamos estos datos y los comparamos con las medias obtenidas en series climáticas amplias, de 20 ó 30 años, encontramos que el 2019 fue en conjunto un año algo más cálido (temperatura media anual 19,4 °C) y menos lluvioso de lo esperado. Respecto a las precipitaciones totales de 2019, Melilla tuvo un déficit de casi 90 mm, de una media histórica de 345 solo se llegó a 258,5. Estos datos nos dan un índice de aridez de Martonne de 8,8, o sea un clima subdesértico. Y en la clasificación de Köppen, un clima semiárido cálido.

Si ahora atendemos a los 2 meses previos a los trabajos de campo, observamos unos déficits pluviométricos muy acusados respecto a las medias. En enero, con lluvias medias de aproximadamente 60 mm solo se llegó a 14,6. Lo peor llegó en febrero (lluvias medias de entre 40 y 50 mm), este año 2020 hasta el día 21, día de los trabajos, no había caído ni una gota. En total, contando estos 21 días y los 9 últimos de enero (el 22 de este mes cayeron 3 mm), 30 días sin lluvias. Estos datos meteorológicos, fundamentalmente la escasez de lluvias, explican en buena medida los resultados que sobre la vegetación y, quizás también sobre el suelo, exponemos en los puntos siguientes.

Grado de humedad edáfica

0. Sequedad fuerte o crítica *

1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes
3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA

A las 9 h ya estábamos en el lugar seleccionado acotando el perímetro de la parcela tomada como estación prototípica: un polígono de 12 x 12 x 7 x 11 m (unos 108 m²). La razón de la irregularidad del cuadrilátero estuvo en las características propias del terreno elegido, limitado en el lado de 11 m por un talud vertical de 2 m de altura que cae a la pista de vigilancia fronteriza empleada por la Guardia Civil y en tres de los vértices por pinos naturalizados. Todo ello conforma un espacio bien delimitado, incluso a simple vista, como se aprecia en la figura 3.



Figura 3. Aspecto general de la parcela

Aparte de por estar incluida territorialmente en la Zona de Especial Conservación (ZEC) Marítimo-Terrestre de los Acantilados de Aguadú (ES6320001), otra razón de la elección de esta parcela es porque resulta representativa de la vegetación natural bien conservada en el barranco del Quemadero: un *Micromerietum* típico de la vegetación norteafricana, con diversas especies acompañantes de la especie dominante, *Micromeria inodora*, entre ellas la protegida en los anexos II y IV de la Directiva Hábitat 92/43 CEE, *Helianthemum caput-felis*. Dentro de la parcela

”

se encuentran un pino joven naturalizado (80 cm de altura) y dos pequeños ejemplares de una incomprensible repoblación con *Cupressus sempervirens* (75 y 90 cm de altura).

Con una ligera pendiente de unos 15° encarada al NW (300°), el terreno es el típico de la meseta de Rostrogordo: roca viva superficial de calcreta muy fracturada, lo que permite, en pequeñas zonas dispersas, la existencia de un mínimo suelo areno-arcilloso tipo rendzina. Así, el aspecto general de la parcela es pedregoso y pobre. Cerca del talud aparece el estrato inferior a la calcreta: tobas basálticas de efusión marina (cineritas) que se muestran en la superficie en forma de pequeños bloques y en el corte de la pista como un estrato grisáceo que alcanza la base de esta.



Figura 4. Aspecto pobre y pedregoso del suelo

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

Tomamos 6 Kgr de suelo, cantidad aconsejada por la Empresa *Analytica Alimentaria GmbH* de Almería (España), empresa autorizada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (nº 270-AU), elegida por su prestigio internacional (ISO/IEC 17025) para realizar la analítica general que nos informará de las características físico-químicas del suelo de esta y de las

demás parcelas de las zonas naturales de Melilla que irán apareciendo en este informe. Los resultados quedan expuestos de forma total y exacta en los siguientes informes analíticos (N.2: A2026600 y N.2: A2026600-2) realizados entre el 8 de septiembre y el 13 de octubre de 2020. El primero sobre la analítica general y el segundo sobre la presencia de metales pesados. De estos resultados hacemos posteriormente unos comentarios que pretendemos ayuden a comprender la realidad edafológica de la parcela seleccionada que, sin duda, se corresponderá con la zona más amplia, en este caso el barranco del Quemadero, donde se encuentra incluida.

N.2: A2026600. ANALÍTICA GENERAL

GRANULOMETRÍA (fracción ≤ 2mm)	RESULTADOS					MÉTODO
Arena Limo Arcilla	70% 20% 10%	TEXTURA (USDA) SUELO FRANCO-ARENOSO				Densímetro de Bouyoucos
Densidad aparente	1,498 gr/cc					Cálculo matemático
SALINIDAD	Muy bajo	Bajo	Med	Alto	M. alto	
Conduc.. 25º ext. acuos.(p/V)	0,171 S/cm					PTA-FQ-012 UNE 77308
Clor. sol. ext. acuos 1/5 v/v Cl	0,087 meq/100 g					PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sulf. sol. extr. acuos. 1/5 v/v yeso	≤ 0,00448 % p/p					PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sodio asimilable (Na)	0,276 meq/100 g					PTA-FQ-009, BAC12-TEA, ICP-AES
REACCIÓN DEL SUELO	M. bajo	Bajo	Med	Alto	M. alto	
pH KCl 1M ex.1/2 (v/v)				7,62		PTA-FQ-004 UNE-EN 13654-2
Caliza total CO ₃ Ca				49,3 % (p/p)		PTA-FQ-013, calcím. Bernard
Caliza activa CO ₃ Ca				13,50 % (p/p)		PTA-FQ-013. extr. oxal. amón.
MATERIA ORGÁNICA	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.alto	
M. orgánica total		1,84 % (p/p)				PTA-FQ-014 ox.dicr. UNE-EN 103204
Carbono orgánico total		1,068 % (p/p)				PTA-FQ-014, ox. Dicromato
Relación C/N total			11,2			Cálculo matemático
	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	

MACRONUTRIENTES 1^{rios}		0,095 % (p/p)				PTA-FQ-036 Dumas UNE-EN 13654-2 PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES. ISO 22036 PTA-FQ-009 Ba C12-TEA ICP-AES. ISO 22036
	N total	6,3 mg/K				
	N nítrico ext. ac. 1/5 (p/v)	28,1 mg/K				
	Nitrato sol. ext. ac. 1/5 (p/p)	≤ 10 mg/K				
	P asimilable					
K asimilable			0,58 meq/100 g			
MACRONUTRIENTES 2^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	PTA-FQ-009 BaC12-TEA, ICP-AES, ISO 22036
	Calcio asimilable			10,9 meq/100 g		
	Magnesio asimilable		1,21 meq/100g			
CATIONES ASIMILABLES	M.bajo	Bajo	Med	Alto	M.al.	Cálculos matemáticos
	% rel. Na	2,1				
	% rel. K		4,5			
	% rel. Ca			84,1		
	% rel. Mg				9,3	
INTERACCIONES	M.bajo	Bajo	Med	Alto	M.al.	
	Relación Ca/Mg				9,0	
	Relación K/Mg			0,48		
NUTRIENTES	N total	951 mg/K		3.563 Kg/Ha		PTA-FQ Dumas UNE_EN 13654-2 PTA-FQ c. iónica.UNE-EN 10304-1 PTA-FQ c. iónica.UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES ISO 22036
	N nítrico sol ex, ac. 1/5 p/v	6,34 mg/K		23,8 Kg/Ha		
	Nitrato sol. ex. Ac. 1/5 p/v	28,1 mg/K		105 Kg/Ha		
	P asimilable P2O5	≤ 22,9 mg/K		≤ 86 Kg/Ha		
	K asimilable K2O	274 mg/K		1.026 Kg/Ha		
	Ca asimilable CaO	3.059 mg/K		11.460 Kg/Ha		
	Mg asimilable MgO	243 mg/K		911 Kg/Ha		

N.2: A2026600-2. METALES PESADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	MÉTODO ANALÍTICO
Arsénico	3,5	mgr/Kg	0,010	SOP ICP-029 82019-11 HEAVY METALS; ICP
Cadmio	0,076	mgr/Kg	0,010	
Cobre	4,9	mgr/Kg	0,10	
Cromo	13,1	mgr/Kg	0,10	
Estaño	1,4	mgr/Kg	0,010	
Manganeso	1650	mgr/Kg	0,10	
Mercurio	0,049	mgr/Kg	0,005	
Niquel	10,0	mgr/Kg	0,010	
Plomo	8,6	mgr/Kg	0,010	
Zinc	25.8	mgr/Kg	0,10	

Figura 5. Tabla: Datos físico-químicos del suelo

Granulometría

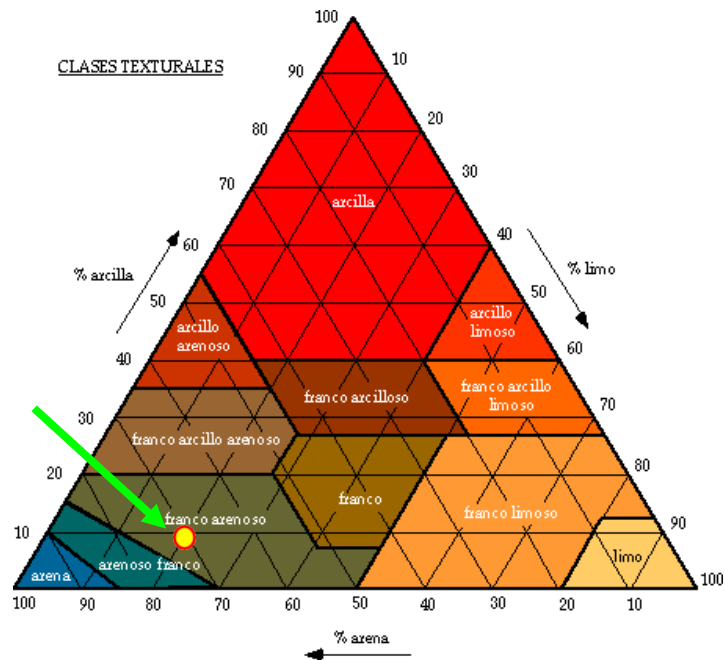


Figura 6. Tomada y modificada de <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>

Su análisis sigue la propuesta del departamento de agricultura de los EEUU (USDA). Se trata de representar en cada uno de los lados de un triángulo equilátero los porcentajes que presenta el suelo en arenas, limos y arcillas, o sea los tamaños de grano. Este parámetro es clave para evaluar la calidad del suelo en lo que respecta a su porosidad, su permeabilidad, y sobre todo su capacidad de retención del agua y de nutrientes para la vegetación.

El alto porcentaje de arena (70%) y los relativamente bajos de limo (20%) y arcilla (10%) sitúa nuestro suelo claramente en la clase textural: SUELO FRANCO ARENOSO, cuyas características se van a ver reflejadas en los valores de los parámetros que vemos a continuación.

Conductividad-Salinidad

La conductividad del suelo nos marca el grado de su salinidad. Niveles altos de este parámetro suele ser un factor limitante para la mayoría de especies vegetales, aunque unas pocas encuentren en suelos salinos un nicho ecológico adecuado. Medida en miliSiemens/cm, el suelo de esta parcela tiene un valor de 0,171 mS/cm, lo que lo sitúa según la escala adjunta en niveles muy bajos de salinidad. Esto no constituye problema alguno para las comunidades vegetales presentes en el hábitat protegido por Europa en el Anexo I de la Directiva Hábitat: “*Matorrales Termomediterráneos y Pre-estépicos*” en el que nos encontramos.

- **Menor a 2: no existe riesgo de suelo salino ***
- Entre 2 y 4: existe un riesgo escaso de salinidad
- Entre 4 y 8: existe un riesgo moderado de salinidad
- Entre 8 y 16: existe un riesgo alto de salinidad
- Mayor a 16: existe un riesgo muy alto de salinidad

Esta baja conductividad del suelo del barranco del Quemadero va en paralelo a los niveles muy bajos de los cloruros y sulfatos, así como del ión sodio.

Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica en el suelo es sinónimo de productividad vegetal. La descomposición del carbono es principalmente microbiana (hongos, bacterias...) y como consecuencia resulta la fracción de humus del suelo. Está formada por una mezcla de proporciones variables de: restos frescos y poco alterados, productos intermedios como la lignina

liberada por la descomposición de la celulosa, compuestos coloidales que contienen el humus, y compuestos solubles que se mineralizan más o menos rápidamente.

En consonancia con el valor de carbono orgánico (1,086 %), el porcentaje de materia orgánica (1,84 %) de la muestra de esta parcela sitúa el suelo en niveles bajos, si bien la relación de concentración carbono/nitrógeno, alcanza valores medios, lo que representa un suelo en equilibrio, el típico mediterráneo, donde el desarrollo de la actividad microbiana y el proceso de mineralización de la materia orgánica se encuentra en proporción.

MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE	INTERPRETACIÓN
≤ 1	Muy baja
1-2	Baja *
2-3	Media
3-4	Alta
≥ 4	Muy alta

Figura 7. Modificada de MJ Villar y P. Villar, 2016

pH

Seguimos esta clasificación general:

- pH entre 4,5 y 5,5: suelo fuertemente ácido. Dificultad de retención de nutrientes
- pH entre 5,5 y 6,5: suelo ácido
- pH entre 6,5 y 6,8: suelo ligeramente ácido
- pH entre 6,8 y 7,5: suelo neutro
- pH entre 7,2 y 7,5: suelo ligeramente alcalino
- **pH entre 7,5 y 8,5: suelo alcalino ***
- Mayor de 8,5: suelo muy básico. Letal para la mayoría de las especies vegetales

El carácter básico del suelo de la parcela, con un pH de 7,62 lo marca su naturaleza y origen litológicos: roca sedimentaria evaporítica compuesta casi en su totalidad por carbonato de calcio (CO₃Ca). La calcreta es una roca muy unida al clima mediterráneo y, por ende, a su vegetación, con dos fases anuales bien diferenciadas en cuanto a la cantidad de precipitación, meses más fríos de lluvias moderadas y meses cálidos con ausencia casi total de ellas, en los que la evaporación del agua edáfica hace que se depositen sales en su superficie formando capas superpuestas.

El pH del suelo influye en la disponibilidad o carencia de nutrientes para las plantas. Por encima de 7,5 disminuye la solubilidad, y el suelo suele presentar déficit de macro y micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B), a lo que se suma el alto contenido en carbonato cálcico, que actúa en contra de su absorción por las raíces. Ratifican lo anterior los altos los valores obtenidos en el análisis científico para la caliza total (49,3 %) y la caliza activa (13,5 %).

Así, aunque globalmente las plantas prefieren valores de pH entre 5,5 y 7,5, la vegetación mediterránea está en equilibrio con suelos calizos alcalinos, por lo que se ve agredida por procesos asociados a la influencia antrópica que acidifican los suelos: las lluvias ácidas provocadas por las combustiones industriales (hecho poco influyente en Melilla) o las repoblaciones con coníferas, en nuestro caso con *Pinus halepensis*, esto sí, hecho negativo que ya hemos puesto de manifiesto en los informes anteriores de 2018 y 2019.

Nutrientes

Los análisis de macronutrientes siguen ratificando la pobreza de nuestro suelo. Tanto el nitrógeno (6,3 mgr/Kgr) como el fósforo (≤ 10 mgr/Kgr) se encuentran en niveles muy bajos sobre los idóneos para la generalidad de los vegetales. Solo el potasio se encuentra en valores medios (0,58 gr/Kgr). Lo mismo ocurre con los micronutrientes donde destacan las fuertes ventajas relativas del calcio sobre el magnesio y del potasio sobre el sodio. Evidentemente, esto último basado en la litología carbonatada ya expuesta.

El **nitrógeno nítrico** se encuentra en una concentración muy baja. Esta forma de nitrógeno es la que utilizan las plantas y microorganismos directamente del suelo, siendo también muy fácilmente lixiviada a horizontes más profundos.

El **fósforo del suelo** puede hallarse tanto en forma inorgánica como orgánica, siendo en esta última la más abundante. En suelos básicos como este, se puede encontrar como fosfatos cálcicos. El fósforo asimilable es aquel que se encuentra en la solución del suelo y que procede de las formas orgánicas que se van mineralizando. Su concentración es muy baja.

El **potasio** es un elemento que interviene de manera muy directa principalmente en la maduración de los frutos: aumentando su peso, grado de azúcar, resistencia a algunos tipos de enfermedades, etc. En este caso, la concentración es media.

Caliza activa. Ciertos vegetales pueden presentar amarilleamientos (clorosis). Dado que muchas de estas se producen en suelos calizos, a veces se habla de clorosis caliza, y en otros casos, puede suponer un problema fisiológico que sufre la planta por el bloqueo en la absorción del hierro, clorosis férrica. El contenido en caliza activa es alto.

El **calcio** actúa fundamentalmente en los procesos fisiológicos de los vegetales y también está muy relacionado con el pH del suelo, mientras que el magnesio forma parte de la clorofila y su falta disminuye la producción en la fotosíntesis. La relación calcio/magnesio es muy alta, así como, la relación potasio/magnesio, debidas a la concentración baja del ión magnesio.

Metales pesados

Los valores obtenidos para los metales pesados recogidos en la tabla son los normales para el tipo de suelo franco-arenoso de naturaleza calcárea del barranco del Quemadero. No existe, pues, ningún tipo de contaminación en este sentido.

INFLUENCIA ANTRÓPICA

0. Nula
1. **Leve: pisadas, algún pequeño residuo ***
2. Evidente: caminos, pistas, residuos bien visibles
3. Total. La actividad humana domina el paisaje

Pista de reciente creación (Figura 8), de 70-90 cm de anchura, que cruza la parcela por el vértice sudeste, usada por corredores pedestres y últimamente también por ciclistas.



Figura 8. Pista usada por corredores y ciclistas

Unos pocos restos humanos: 2 pinchos curvos de unos 17 cm, 1 trocito-placa de hierro, 1 pequeño trozo de tela, 1 tapadera de lata, 1 estaca gruesa, pero en general zona bastante aislada dentro de la grave influencia humana que sufre el barranco del Quemadero.

El peligro: que la pista se vaya utilizando cada vez más, sobre todo por bicicletas. Ya comentamos en el informe de marzo de 2020 que uno de los factores que está haciendo más daño a nuestros ambientes terrestres es la permisividad de entrada de vehículos rodados a las zonas protegidas. El resultado es claro: a partir de esas vías de entrada se han ido abriendo pistas, de mayor o menor anchura, donde las rodaduras han ido eliminando progresivamente la vegetación y apelmazando el suelo que queda inutilizado para posibilidades futuras de regeneración.

VEGETACIÓN

Para una metodología más cómoda y efectiva se dividió el cuadrilátero irregular de la parcela en 10 hileras paralelas, en sentido norte-sur, de una anchura aproximada de 1,20 m. En cada una de estas hileras (Figura 9) se hizo un muestreo y conteo minuciosos de especies vegetales, además de mediciones y de una sucesión fotográfica zenital que facilitara la obtención de datos sobre especies, momento de sus ciclos biológicos, tamaños y recubrimientos. Estas 10 unidades vamos a describirlas integradas, dada su similitud vegetativa, con resultados globales y algunas aclaraciones de interés.

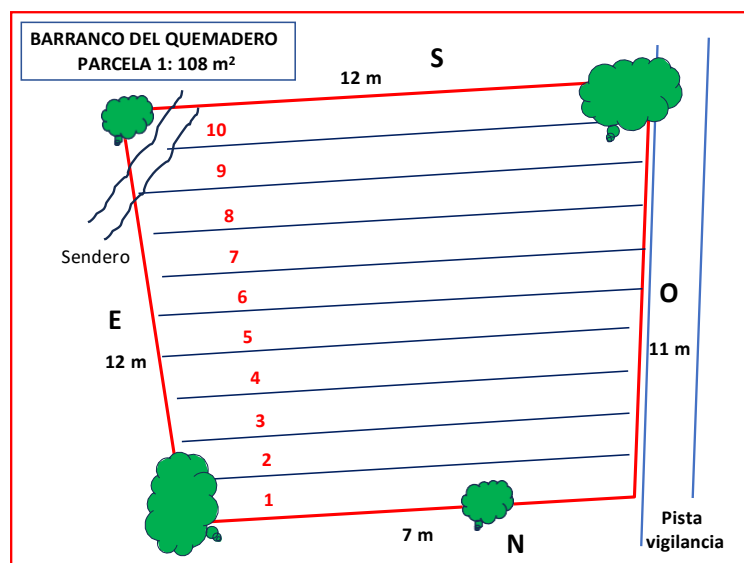


Figura 9. Esquema de trabajo de la parcela

Ya se ha comentado la sequía previa al momento de los trabajos *in situ*. El resultado fue evidente en el aspecto general del suelo y de las especies dominantes, sobre todo en *Micromeria inodora*, con casi la totalidad de los ejemplares resecos (Figura 10).



Figura 10. *Micromerietum inodori* reseco típico del matorral termomediterráneo

Taxones dominantes

***Micromeria inodora*.** (705 ejemplares en una densidad de 5,3 ejemplares/m² y un porcentaje del recubrimiento vegetal de aproximadamente el 77 %). El ejemplar tomado como ejemplo por su mayor porte mide 26 cm de altura, 40 cm de anchura y tiene un diámetro en la base del tronco primario de 20 mm. Pocos ejemplares en flor, solo 27, y muchos, más del 90% resecos totalmente, sobre todo los más expuestos a la insolación, pues los protegidos bajo pinos presentan un aspecto más saludable. Esto, pensamos, es achacable a un tiempo meteorológico totalmente negativo en cuanto a las precipitaciones, desde comienzos de 2020.

***Helianthemum caput-felis*.** 52 ejemplares vivos (densidad = 0,48 ejemplares/m² y un porcentaje del recubrimiento vegetal de la parcela de aproximadamente el 8%) en flor, de tamaños variables

(algunos nuevos) y 14 muertos de gran tamaño, estos, todos ellos, en el borde del talud. El de mayor tamaño vivo de 40 cm de altura, más de 70 cm de anchura y un diámetro de tronco de 7 mm. La mayoría de los muertos de tamaño semejante a este último. No vemos clara la razón de este índice de mortalidad, aunque volvemos a pensar en la escasez de lluvias.



Figura 11. *Helianthemum caput-felis* vivos y muertos

PARCELA DE ESTUDIO Nº 1: BARRANCO DEL QUEMADERO (108 m²) Coordenadas: 35.31978; -2.953890		
COBERTURA GENERAL: ± 35,9 %		
Altura máxima vegetación: 130 cm Altura media 25-30 cm		
DIVERSIDAD: 36 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 50,7 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	705 (27 en flor)	77,1 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	52 (+14 muertos)	8 %
COHORTE		
<i>Cupressus sempervirens</i> (repoblación)	2	4,3 %
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	5	3,1 %
<i>Asphodelus spp.</i>	49	1,3 %
<i>Xanthoria parietina</i>	+ 100 (numerosos)	1 %
<i>Serratula mucronata</i>	19	0,5 %
<i>Daucus carotta</i>	14	0,4 %
<i>Anagallis arvensis</i>	61	0,3 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	14	0,2 %

<i>Viola arvensis</i>	22	0,2 %
<i>Ranunculus trilobus</i>	45	0,1 %
<i>Erodium chium</i>	18	< 0,1 %
<i>Erodium moschatum</i>	11	< 0,1 %
<i>Torilis arvensis</i>	7	< 0,1 %
<i>Sedum sediforme</i>	11	< 0,1 %
<i>Lolium multiflorum</i>	8	< 0,1 %
<i>Gynandris sysirrhinchum</i>	5	< 0,1 %
<i>Bryum sp.</i>	28	< 0,1 %
ESPORÁDICAS		
<i>Fagonia cretica</i>	2	-
<i>Medicago sp.</i>	2	-
<i>Ononis pubescens</i>	4	-
<i>Convulvulus altheoides</i>	1	-
<i>Romulea bulbocodium</i>	6	-
<i>Fumana thymifolia</i>	1	-
<i>Eruca vesicaria</i>	6	-
<i>Ebenus pinnata</i>	5	-
<i>Reseda alba</i>	4	-
<i>Reseda phyteuma</i>	2	-
<i>Sherardia arvensis</i>	5	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	2	-
<i>Calendula arvensis</i>	4	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	9	-
<i>Brachypodium retusum</i>	3	-
<i>Phagnalon rupestre</i>	1	-
<i>Thapsia garganica</i>	3	-
<i>Reichardia tingitana</i>	3	-
<i>Geranium molle</i>	2	-
TAXONES DE INTERÉS EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<i>Evernia prunosti</i>	Liquen sobre troncos de Acacia	
<i>Genista quadrifolia</i>	Escasa	
<i>Ophrys speculum</i>	Escasa (en flor)	
<i>Orchys sacatta</i>	Escasa	
<i>Bupleurum balansae</i>	Escasa (endemismo norteafricano)	
<i>Teucrium psedochamaetytis</i>	Escasa (en flor)	
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	En peligro en el Quemadero	
<i>Ballota hirsuta</i>	Abundante en el fondo del barranco	

<i>Asparagus horridus</i>	Abundante
<i>Ulex parviflorus</i>	Abundante
<i>Lotus cytisoides</i>	Escasa
<i>Pistacia lentiscus</i>	Abundante (en flor)
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	Escasa
<i>Helianthemum marifolium</i>	Escasa (en flor)
<i>Helianthemum appeninum</i>	En peligro en el Quemadero
<i>Fumana laevipes</i>	Escasa
<i>Fumana thymifolia</i>	Escasa
<i>Ononis spinosa</i>	Abundante
<i>Lygeum spartium</i>	Abundante (en flor)
<i>Urginea undulata v. tazensis</i>	Escasa
<i>Lycium intricatum</i>	Escasa
<i>Sedum brevifolium</i>	En peligro en toda Melilla
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	Abundante (en flor)
<i>Gladiolus illyricus</i>	Escasa
<i>Coris monspeliensis</i>	En peligro de extinción
<i>Anagallis monelli</i>	En peligro en toda Melilla
<i>Lavatera mauritanica</i>	En peligro (endemismo norteafricano)
<i>Centaurium erytraea</i>	Escasa (en flor)
<i>Thymus munbyanus</i>	Escasa (en flor)
<i>Scilla autumnalis</i>	(escasa en flor y fruto)
<i>Brachypodium retusum</i>	En peligro de extinción
<i>Cistus salviifolius</i>	En peligro de extinción
<i>Rubia peregrina</i>	Escasa
<i>Putoria tenella</i>	Escasa (en flor y fruto)
<i>Limonium gummiferum</i>	Escasa
<i>Smilax aspera</i>	Escasa
<i>Whitania frutescens</i>	Escasa
<i>Tetraclinis articulata</i>	Introducida
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Introducida
<i>Quercus coccifera</i>	Introducida

Figura 12. Tabla de diversidad vegetal

B) MUESTREOS DE 11 DE MARZO DE 2021

Enseguida, con ayuda de las fotos del año pasado, acotamos perfectamente la parcela 1 (Figura 12) que aparece más vigorosa, fresca y verde que a finales de febrero del pasado 2020. La razón: la meteorología más favorable en estos primeros meses de 2021 y en la semana anterior a los muestreos.



Figura 13. Acotamiento de la parcela

DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS

AÑO 2020 COMPLETO	
<i>T med. min (°C)</i>	16,3
<i>T media máx (°C)</i>	23
<i>T media</i>	19,8
<i>P total (mm)</i>	169.69
<i>Días de lluvia</i>	98
ENERO 2021	
<i>T min (°C)</i>	10,6

<i>T máx (°C)</i>	17,2
<i>T media (°C)</i>	13,9
<i>P total (mm)</i>	44,8
<i>Días de lluvia</i>	11
FEBRERO 2021	
<i>T med. min (°C)</i>	12,5
<i>T med. máx (°C)</i>	18,2
<i>T media (°C)</i>	15,4
<i>P total (mm)</i>	13,8
<i>Días de lluvia</i>	9
ÚLTIMA SEMANA	
<i>P total (mm)</i>	23
<i>Días de lluvia</i>	6

Figura 14. Tabla de datos meteorológicos

Las precipitaciones totales de 2020 fueron muy bajas en Melilla, de una media esperable de 345 mm solo se llegó a 169,7, uno de los valores más bajos desde que existen datos históricos. Estos datos nos dan un índice de aridez de Martonne de 8,8, o sea un clima subdesértico muy próximo al desértico. Y en la clasificación de Köppen, un clima semiárido cálido. Si ahora atendemos a los dos meses, enero y febrero de 2021, previos a los trabajos de campo, siguió la misma tendencia. En enero, con lluvias medias de aproximadamente 60 mm, fueron de 44,8. Lo peor llegó, al igual que en el año anterior, en febrero, con lluvias medias de entre 40 y 50 mm, en 2021 solo cayeron 13,8. Sin embargo, en la semana anterior al día de los muestreos llovió casi todos los días, recogiendo 23 mm, lo que explica el grado de humedad edáfica.

Grado de humedad edáfica

0. Sequedad fuerte o crítica
1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
- 2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes ***
3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

ESTUDIO EDAFOLÓGICO (vid. pág. 14)

INFLUENCIA ANTRÓPICA (vid. pág. 21)

VEGETACIÓN

Cobertura general por debajo del 40% en toda la parcela, aunque ahora con mayor verdor, bastante homogénea y algo mayor que en el año anterior. Sin duda, en la base de lo anterior se encuentra la meteorología previa más propicia. Altura media de la vegetación: la que marcan los ejemplares de *Micromeria inodora* (hasta 30 cm en los ejemplares sombreados), *Helianthemum caput-felis* (40 cm) y las espigas florales de *Asphodelus ramosus* (130 cm).

Seguimos trabajando a través de las 10 franjas alargadas de unos 1,20 m de anchura, las cuales vamos a describir integradas, dada su similitud vegetativa de toda la parcela, dando resultados globales y algunas aclaraciones de interés.

Taxones dominantes

***Micromeria inodora*.** De los 705 ejemplares encontrados en febrero de 2020 hemos pasado en este nuevo muestreo a 731 ejemplares, 5,5 de densidad y un recubrimiento de 88.1%. Pensamos en que este aumento se debe al incremento de nuevos brotes de pequeño tamaño. El ejemplar tomado como ejemplo por su mayor porte mide 30 cm de altura, 42 cm de anchura y tiene un diámetro en la base del tronco primario de unos 20 mm. A pesar del verdor (381 de los 731 ejemplares verdes), solo 45 ejemplares se encuentran en fase de floración. Un buen número, resecos, lo que nos hace pensar en un alto grado de mortalidad, compensado en parte por la reseñada presencia de brotes nuevos.

***Helianthemum caput-felis*.** De los 52 ejemplares vivos (densidad = 0,48 ejemplares/m² y un porcentaje del recubrimiento de aproximadamente el 8%), hemos pasado en este marzo de 2021 a: 55 ejemplares vivos en flor y los mismos 14 muertos (grandes y al borde del talud). Algunos brotes nuevos junto a los grandes ejemplares nos hacen ser optimistas



Figura 15. Grandes ejemplares de *Helianthemum caput-felis*

Asphodelus spp. Introducimos, este marzo de 2021, como taxones dominantes en la parcela a las 3 especies del género *Asphodelus* (gamones o varitas de san José): *ramosus* (flor), *fistulosus* y *tenuifolius*. De los 49 ejemplares de 2020 se ha pasado a los 128 de este 2021, la mayoría de ellos de la especie de menor tamaño: *A. tenuifolius*, en forma de pequeños brotes nuevos no observados en 2020.

Una vez realizado este segundo estudio podemos concluir que el hábitat protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación **5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos** sigue encontrándose en buen estado de conservación, aunque la proliferación de asfodelos podría avisar de que ha comenzado el proceso degradativo de la vegetación mediterránea.

**PARCELA DE ESTUDIO Nº 1: BARRANCO DEL QUEMADERO
(108 m²) Coordenadas: 35.31978; -2.953890**

**COBERTURA GENERAL: ± 37,5%
Altura máxima vegetación: 130 cm – Altura media: 20-35 cm**

DIVERSIDAD VEGETAL: 32 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 45,1 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	761	81 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	69	9,2 %
<i>Asphodelus spp.</i>	128	3,4 %
COHORTE		
<i>Cupressus sempervirens</i> (repoblación)	2	4,2 %
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	5	3,1 %
<i>Xanthoria parietina</i> (líquen)	+ 100 (numerosos)	0,9 %
<i>Serratula mucronata</i>	15	0,3 %
<i>Daucus carotta</i>	6	0,2 %
<i>Anagallis arvensis</i>	18	0,1 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	8	0,1 %
<i>Viola arvensis</i>	20	0,1 %
<i>Ranunculus trilobus</i>	22	0,1 %
<i>Ebenus pinnata</i>	8	0,1 %
<i>Erodium chium</i>	17	< 0,1 %
<i>Erodium moschatum</i>	13	< 0,1 %
<i>Torilis arvensis</i>	16	< 0,1 %
<i>Geranium molle</i>	12	< 0,1 %
<i>Sedum sediforme</i>	3	< 0,1 %
<i>Lolium multiflorum</i>	17	< 0,1 %
<i>Bryum sp.</i> (Musgo)	+ 100 (numerosos)	< 0,1 %
<i>Reichardia tingitana</i>	6	< 0,1 %
ESPORÁDICAS		
<i>Fagonia cretica</i>	4	-
<i>Ononis pubescens</i>	5	-
<i>Fumana thymifolia</i>	1	-
<i>Helianthemum marifolium</i>	2	-
<i>Eruca vesicaria</i>	6	-
<i>Reseda alba</i>	4	-
<i>Sherardia arvensis</i>	12	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	3	-
<i>Calendula arvensis</i>	7	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	9	-
<i>Phagnalon rupestre</i>	6	-

TAXONES DE INTERÉS EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA

Las mismas que aparecen en la tabla del muestreo de febrero de 2020, con las nuevas incorporaciones de:

Dipcadi serotinum (muy escasa, en peligro de extinción en Melilla)

Reichardia tingitana (escasa)

Pulicaria dysenterica (escasa)

Blackstonia perfoliata (escasa)

Ajuga iva (abundante y en flor en este mes de marzo)

Muscari comosum (muy escasa)

Centaurium pulchellum (escasa)

Figura 16. Tabla de diversidad vegetal

**3.2. PARCELA 2. BARRANCO DEL RÍO NANO
(ZEC MARÍTIMO-TERRESTRE). PANTANO DE LAS ADELAS
(Coordenadas: 35.307778; -2.961389)**

A) MUESTREOS DE 27 DE FEBRERO DE 2020

ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA

A las 9:30 h estamos acotando el perímetro de la parcela tomada con prototípica, un cuadrilátero de 11 x 11 x 10 x 10 m (unos 110 m²) (Figura 17), donde encontramos 2 zonas claramente diferenciadas: un talud de alta pendiente (70-80 %) que da a una pista ancha (Figura 18), de unos 3 m, utilizada por personas, bicicletas y pensamos que hasta por vehículos militares; y otra de menos pendiente, un 20-30 %, encarada por la orientación de la pendiente, al SW (30°), también con alta presencia de roca viva en forma de grandes bloques y poquísimo suelo,



Figura 17. Aspecto general de la parcela



Figura 18. Talud de elevada pendiente

La razón de la elección de esta parcela es por ser representativa de la vegetación natural bien conservada en la ZEC del Nano (ES6320002): un tomillar (*Micromeria-Thymus*) con ejemplares de buen porte de *Lavandula dentata* y *Helianthemum caput-felis*. Dentro de la zona se encuentran 14 pinos jóvenes naturalizados, el mayor de 120 cm de altura, y 6 hijuelos de menos de 10 cm. Llama la atención un naciente ejemplar rupícola, unos 10 cm, de *Tetraclinis articulata*. El terreno es el típico de la meseta de Rostrogordo y los barrancos que corren hacia el sur: roca viva de travertino salpicada de fracturas que permiten la existencia de un mínimo suelo areno-arcilloso, y aspecto general rocoso, pedregoso y pobre.

Grado de humedad edáfica

0. **Sequedad fuerte o crítica ***
1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes
3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

La pobreza del sustrato se comprueba a simple vista en las fotografías ya expuestas. En las discontinuidades que ocurren en la meteorizada y potente costra de calcreta se acumulan los fragmentos de carbonato cálcico productos de la erosión y en menor medida la arcilla roja (*terra rossa* mediterránea). Reductos de suelo tipo rendzina, unos 20 cm, rico en carbonatos.

De los resultados proporcionados por la Empresa *Analytica Alimentaria GmbH* de Almería (España), recogidos en la tabla que sigue (Figura 19), hacemos posteriormente unos comentarios que pretendemos ayuden a comprender la realidad edafológica de la parcela seleccionada, típica del barranco del río Nano en su zona alta.

N.2: A2026600. ANALÍTICA GENERAL

GRANULOMETRÍA (fracción ≤ 2mm)	RESULTADOS					MÉTODO
Arena Limo Arcilla	68% 18% 14%	TEXTURA (USDA) SUELO FRANCO-ARENOSO				Densímetro de Bouyoucos
Densidad aparente	1,551 gr/cc					Cálculo matemático
SALINIDAD	Muy bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	PTA-FQ-012 UNE 77308 PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-009, BAC12-TEA, ICP-AES
Conduc. acuos. (p/V) 25º ext.					1,553 mS/cm	
Clor. sol. ext. acuos. 1/5 v/v Cl					4,820 meq/100 g	
Sulf. sol. extr. acuos. 1/5 v/v yeso	0,080 % p/p					
Sodio asimilable (Na)					6,1 meq/100 g	
REACCIÓN DEL SUELO	M. bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	PTA-FQ-004 UNE-EN 13654-2 PTA-FQ-013, calcím. Bernard PTA-FQ-013. extr. oxal. amón.
pH KCl 1M ex.1/2 (v/v)				8,36		
Caliza total CO ₃ Ca				30,2 % (p/p)		
Caliza activa CO ₃ Ca			9,74 % (p/p)			
MATERIA ORGÁNICA	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.alto	PTA-FQ-014 ox.dicr. UNE-EN 103204 PTA-FQ-014,ox. Dicromato
M. orgánica total	0,93 % (p/p)					
Carbono orgánico total	0,539 % (p/p)					

Relación C/N total			9,1			Cálculo matemático
MACRONUTRIENTES 1^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	PTA-FQ-036 Dumas UNE-EN 13654-2 PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES. ISO 22036 PTA-FQ-009 Ba C12-TEA ICP-AES. ISO 22036
N total		0,059 % (p/p)				
N nítrico ext. ac. 1/5 (p/v)			49,9 mg/Kg			
Nitrato sol. ext. ac. 1/5 (p/p)			221 mg/Kg			
P asimilable	≤ 10 mg/K					
K asimilable			0,70 meq/100 g			
MACRONUTRIENTES 2^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	PTA-FQ-009 BaC12-TEA, ICP-AES, ISO 22036
Calcio asimilable			6,2 meq/100 g			
Magnesio asimilable				3,44 meq/100g		
CATIONES ASIMILABLES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	Cálculo matemático
% rel. Na					37,0	
% rel. K			4,3			
% rel. Ca		37,8				
% rel. Mg			21,0			
INTERACCIONES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
Relación Ca/Mg		1,80				
Relación K/Mg			0,203			
NUTRIENTES						PTA-FQ Dumas UNE_EN 13654-2 PTA-FQ c. ión..UNE-EN 10304-1 PTA-FQ c. ión..UNE-EN 10304-1 PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES ISO 22036
N total	592 mg/Kg		3.563 Kg/Ha			
N nítrico sol ex, ac. 1/5 p/v	49,9 mg/Kg		23,8 Kg/Ha			
Nitrato sol. ex. Ac. 1/5 p/v	221 mg/Kg		105 Kg/Ha			
P asimilable P2O5	≤ 22,9 mg/Kg		≤ 86 Kg/Ha			
K asimilable K2O	328 mg/Kg		1.026 Kg/Ha			
Ca asimilable CaO	1740 mg/Kg		11.460 Kg/Ha			
Mg asimilable MgO	693 mg/Kg		911 Kg/Ha			

N.2: A2026600-2. METALES PESADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	MÉTODO ANALÍTICO
Arsénico	4,3	mgr/Kg	0,010	
Cadmio	0,081	mgr/Kg	0,010	
Cobre	6,8	mgr/Kg	0,10	

Cromo	15,1	mgr/Kg	0,10	SOP ICP-029 82019-11) HEAVY METALS; ICP
Estaño	2,3	mgr/Kg	0,010	
Manganeso	413	mgr/Kg	0,10	
Mercurio	0,054	mgr/Kg	0,005	
Niquel	10,0	mgr/Kg	0,010	
Plomo	5,8	mgr/Kg	0,010	
Zinc	30,2	mgr/Kg	0,10	

Figura 19. Tabla de las características físico-químicas del suelo

Granulometría

El alto porcentaje de arena (68%) y los relativamente bajos de limo (18%) y arcilla (14%) sitúa nuestro suelo claramente en la clase textural: SUELO FRANCO ARENOSO, cuyas características se van a ver reflejadas en los valores de los parámetros que vemos a continuación.

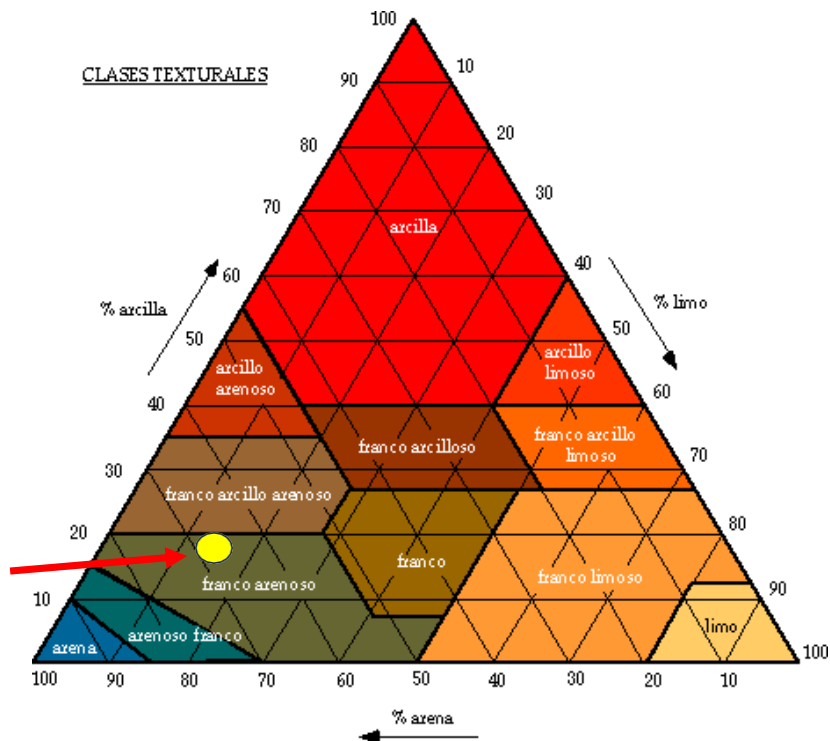


Figura 20. Tomada y modificada de <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>

Conductividad-Salinidad

Medida en miliSiemens/cm, el suelo de esta parcela tiene un valor de 1,553 mS/cm, lo que lo sitúa según la escala adjunta en niveles muy altos, cercanos al límite de riesgo para las comunidades vegetales presentes en el hábitat protegido por Europa en el Anexo I de la Directiva Hábitat: “*Matorrales Termomediterráneos y Prestépicos*” en el que nos encontramos, sino para la mayoría de ellas. La alta conductividad del suelo viene de que la muestra de suelo analizada no corresponde a la generalidad de la parcela, sino a la zona baja donde se produce escorrentía proveniente de pérdidas de agua del cercano pantano, el cual acumula agua de la desalinizadora.

- **Menor a 2: no existe riesgo de suelo salino ***
- Entre 2 y 4: existe un riesgo escaso de salinidad
- Entre 4 y 8: existe un riesgo moderado de salinidad
- Entre 8 y 16: existe un riesgo alto de salinidad
- Mayor a 16: existe un riesgo muy alto de salinidad

Materia orgánica

En consonancia con el valor de carbono orgánico (0,539 %), el porcentaje de materia orgánica (0,93 %) de la muestra de esta parcela sitúa el suelo en niveles muy bajos. Si bien la relación carbono/nitrógeno, alcanza valores medios (9,1), lo que representa un suelo donde el desarrollo de la actividad microbiana y el proceso de mineralización de la materia orgánica se encuentra en equilibrio.

pH

- pH entre 4,5 y 5,5: suelo fuertemente ácido. Dificultad de retención de nutrientes
- pH entre 5,5 y 6,5: suelo ácido
- pH entre 6,5 y 6,8: suelo ligeramente ácido
- pH entre 6,8 y 7,5: suelo neutro
- pH entre 7,2 y 7,5: suelo ligeramente alcalino
- **pH entre 7,5 y 8,5: suelo alcalino ***
- Mayor de 8,5: suelo muy básico. Letal para la mayoría de las especies vegetales

El carácter básico del suelo de la parcela, con un pH de 8,36 lo marca su naturaleza y origen litológicos: roca sedimentaria evaporítica compuesta casi en su totalidad por carbonato de calcio (CO_3Ca). El pH del suelo por encima de 7,5 disminuye la solubilidad, y el suelo suele presentar déficit de macronutrientes (N y P), a lo que se suma el alto contenido en carbonato cálcico, que actúa en contra de su absorción por las raíces. Ratifica lo anterior relativamente alto valor obtenido para la caliza total (30,2 %).

Nutrientes

Los análisis de macronutrientes siguen ratificando la pobreza de nuestro suelo. Tanto el nitrógeno (0,059 mgr/Kgr) como el fósforo (≤ 10 mgr/Kgr) se encuentran en niveles muy bajos. Por el contrario, los niveles medios de Ca y altos de Mg vuelven a manifestar la litología carbonatada.

Metales pesados

Los valores obtenidos para los metales pesados recogidos en la tabla son los normales para el tipo de suelo franco-arenoso de naturaleza calcárea del barranco del río Nano. No existe, pues, ningún tipo de contaminación en este sentido.

INFLUENCIA ANTRÓPICA

0. Nula
1. Leve: pisadas, algún pequeño residuo
2. **Evidente: caminos, pistas, residuos bien visibles ***
3. Total. La actividad humana domina el paisaje

Camino de unos 2-3 m de anchura en la parte baja, que no debería existir pues no conduce a ningún lugar. Trinchera militar de unos 3 m de diámetro (vegetación eliminada). En los alrededores, otras con parapetos de piedras (Figura 21). 1 vaso de plástico, 2 bridas y 3 cartuchos, con toda seguridad provenientes de ejercicios militares.



Figura 21. Trinchera militar en el vértice NE de la parcela

VEGETACIÓN

Cobertura general de aproximadamente el 22%. Altura media de la vegetación: la que marcan los ejemplares de *Micromeria* y *Thymus* (unos 20 cm), *Helianthemum caput-felis* (30-40 cm), las lavandas (80 cm), los pequeños pinos (1,20 m) y las espigas florales de *Asphodelus ramosus* (120 cm). Decidimos dividir la parcela en 9 franjas horizontales alargadas de 1,10 m de anchura y trabajarlas desde la parte baja del talud hasta la parte alta.

Taxones dominantes

Micromeria inodora. 162 ejemplares. El ejemplar tomado como ejemplo por su mayor porte mide 18 cm de altura, 35 cm de anchura y tiene un tronco en la base de 15 mm. Pocos en flor y muchos resecos totalmente.

Thymus munbyanus. 35 ejemplares en inicio de floración

Lavandula dentata. 19 ejemplares, el mayor de 80 cm de altura y 100 cm de anchura y diámetro de tronco de 4 mm.

Helianthemum caput-felis. 44 ejemplares. El mayor, altura 36 mm, anchura 50 mm y diámetro de tronco 5 mm.

Aphyllantes mospeliensis. 14 ejemplares en inicio floración. El mayor en altura de 75 cm y algunos vegetativamente bastante pobres.



Figura 22. *Helianthemumcaput-felis* y *Lavandula dentata*

Una vez realizado este primer estudio, consideramos que las características que concurren en la vegetación, se corresponden con las del hábitat protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación **5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos**.

PARCELA DE ESTUDIO Nº 2: PANTANO DE LAS ADELAS 110 m² (35.307778; -2.961389)		
COBERTURA GENERAL: ± 22%		
Altura máxima vegetación: 120 cm Altura media 50 cm		
DIVERSIDAD: 38 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 16,7 %		
TAXONES DOMINANTES		
	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	162	24 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	44	20,7 %
<i>Lavandula dentata</i>	19	13,5 %
<i>Asphodelus spp.</i>	41	13,1 %
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	14	4,8 %
<i>Thymus munbyanus</i>	35	4,6 %
COHORTE		
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	14	15,5 %
<i>Fumana spp. (thymifolia y ericoides)</i>	54	0,7 %
<i>Fedia cornucopia</i>	> 100	0,6 %
<i>Arisarum vulgare</i>	44 (hojas)	0,2 %
<i>Teucrium pseudochamaeipytis</i>	82	0,2 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	3	< 0,1 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	22	< 0,1 %
ESPORÁDICOS		
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	3	-
<i>Tetraclinis articulata</i>	1	-
<i>Viola arvensis</i>	4	-
<i>Cuscuta ephytimum</i>	4	-
<i>Ranunculus trilobus</i>	4	-
<i>Anagallis arvensis</i>	6	-
<i>Erodium chium</i>	7	-
<i>Muscari comosum</i>	4	-
<i>Carex sp.</i>	3	-
<i>Daucus carotta</i>	2	-
<i>Xhantoria parietina</i>	62	-

<i>Helianthemum marifolium</i>	2	-
<i>Ononis pubescens</i>	4	-
<i>Astragalus sp.</i>	5	-
<i>Ulex parviflorus</i>	1	-
<i>Reseda alba</i>	3	-
<i>Eruca sativa</i>	8	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	-
<i>Asparagus horridus</i>	1	-
<i>Calendula arvensis</i>	3	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	8	-
<i>Brachypodium retusum</i>	3	-
<i>Phagnalon rupestre</i>	4	-
<i>Sherardia arvensis</i>	5	-
ESPECIES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<p><i>Bupleurum balansae</i> (endemismo norteafricano en peligro de extinción en Melilla). Hallazgo importante: una nueva población (10 ejemplares con umbelas secas del año pasado) a unos 10 m de la parcela.</p> <p><i>Scilla peruviana</i>. Varios ejemplares aún sin flores cohabitando con <i>Bupleurum</i>.</p> <p><i>Anthericum baeticum</i>. Escasa</p> <p><i>Thipha latifolia</i>. En la escorrentía del pantano.</p> <p><i>Trachelium violaceum</i>. En la escorrentía del pantano.</p> <p><i>Phragmites communis</i>. En la escorrentía del pantano</p> <p><i>Fagonia cretica</i>. Abundante</p> <p><i>Ulex parviflorus</i>. Nuevos ejemplares pequeños, sin flores</p> <p><i>Tetraclinis articulata</i>. Varios pequeños ejemplares: Uno de 30 cm, 4 ó 5 de menos de 10</p> <p><i>Whitania frutescens</i>. Abundante, siempre ocupando las sombras de especies de más tamaño, sobre todo pinos. Flores y frutos.</p> <p><i>Ballota hirsuta</i>. Muy abundante.</p> <p><i>Ruta chalepensis</i>. Relativamente abundante en los alrededores de la parcela, pero muy limitada a esta zona del barranco del Nano.</p> <p><i>Cynoglossum cheirifolium</i>. Escasa.</p>		

Figura 23. Tabla de la diversidad vegetal en la parcela

B) MUESTREO DE 12 DE MARZO DE 2021

La parcela, por las lluvias de la semana anterior a los muestreos, aparece, como también ocurrió en la parcela 1 del Quemadero, con el suelo más húmedo y una vegetación más fresca, florida y verde que a finales de febrero del pasado 2020.

Grado de humedad edáfica

0. Sequedad fuerte o crítica
1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
- 2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes ***
3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS (vid. pág. 27)

ESTUDIO EDAFOLÓGICO (vid. 35)

INFLUENCIA ANTRÓPICA (vid. pág. 39)

VEGETACIÓN

Sube algo la cobertura general con respecto a los muestreos de febrero de 2020, siendo ahora de aproximadamente el 24,5%. La altura media de la vegetación se muestra similar: la que marcan los ejemplares de *Micromeria* y *Thymus* (unos 20-25 cm), *Helianthemum caput-felis* (30-50 cm), las lavandas (80 cm), los pequeños pinos (1,30 m) y las espigas florales de *Asphodelus ramosus* (120-130 cm). El número de especies dentro de la parcela aumenta en tres especies: *Fagonia cretica*, *Reichardia tingitana* y *Lotus cytisoides*.

Taxones dominantes

Analizamos las mismas especies que en el muestro de febrero de 2020, añadiendo las del género *Asphodelus*, ahora en completa floración.

Micromeria inodora (170 ejemplares en una densidad de 1,6 ejemplares/m² y un porcentaje del recubrimiento vegetal de aproximadamente el 9,7 %). El ejemplar tomado como ejemplo por su

mayor porte mide 18 cm de altura, 35 cm de anchura y tiene un tronco en la base de 15 mm. Pocos en flor y muchos resecos totalmente.

Thymus munbyanus. 36 ejemplares en inicio de floración

Lavandula dentata. 19 ejemplares, el mayor de 80 cm de altura y 100 cm de anchura y diámetro de tronco de 4 mm.

Helianthemum caput-felis. 47 ejemplares. El mayor, altura 36 mm, anchura 50 mm y diámetro de tronco 5 mm.

Aphyllantes mospeliensis. 14 ejemplares en inicio floración. El mayor en altura de 75 cm y algunos vegetativamente bastante pobres.

Asphodelus spp. (3 especies): *ramosus* (en flor), *fistulosus* y *tenuifolius*, en total 48. El mayor: 110 cm altura.

PARCELA DE ESTUDIO Nº 2: PANTANO DE LAS ADELAS 110 m² (35.307778; -2.961389)		
COBERTURA GENERAL: ± 24,5%		
Altura máxima vegetación: 130 cm Altura media 50 cm		
DIVERSIDAD: 43 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 17,2 %		
TAXONES DOMINANTES		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	170	24,5 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	47	21,3 %
<i>Lavandula dentata</i>	19	13,4 %
<i>Asphodelus spp.</i>	48	13,5 %
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	14	5,1 %
<i>Thymus munbyanus</i>	36	4,4 %
COHORTE		
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	16	15,4 %
<i>Fumana spp.</i> (<i>thymifolia</i> y <i>ericoides</i>)	70	0,7 %
<i>Fedia cornucopia</i>	116	0,6 %
<i>Arisarum vulgare</i>	82 hojas-3 inflorescencias	0,3 %
<i>Teucrium pseudochamaeptytis</i>	82	0,2 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	12	0,3 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	22	0,1 %

ESPORÁDICOS		
<i>Olea europea v.sylvestris</i>	3	-
<i>Tetraclinis articulata</i> (hijuelos)	2	-
<i>Viola arvensis</i>	8	-
<i>Cuscuta ephytimum</i>	3	-
<i>Ranunculus trilobus</i>	6	-
<i>Anagallis arvensis</i>	9	-
<i>Erodium chium</i>	21	-
<i>Muscari comosum</i>	6	-
<i>Carex sp.</i>	2	-
<i>Daucus carotta</i>	2	-
<i>Xhantoria parietina</i>	77	-
<i>Helianthemum marifolium</i>	3	-
<i>Lotus cytisoides</i>	3	-
<i>Ononis pubescens</i>	4	-
<i>Astragalus sp.</i>	3	-
<i>Ulex parviflorus</i>	1	-
<i>Reseda alba</i>	6	-
<i>Reseda phyteuma</i>	2	-
<i>Eruca sativa</i>	12	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	-
<i>Asparagus horridus</i>	1	-
<i>Fagonia cretica</i>	3	-
<i>Calendula arvensis</i>	5	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	9	-
<i>Reichardia tingitana</i>	3	-
<i>Brachypodium retusum</i>	2	-
<i>Phagnalon rupestre</i>	7	-
<i>Sherardia arvensis</i>	7	-
<i>Suillus granulatus</i> (hongo)	1	-
ESPECIES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
Las mismas reseñadas en los muestreos de 2020		

Figura 24. Tabla de diversidad vegetal en la parcela



Figura 25. *Scilla peruviana*, *Thymus munbyanus*, *Suillus granulatus* y *Anthericum baeticum*

3.3. ZEC TERRESTRE DEL BARRANCO DEL RÍO NANO

PARCELA 3. ZONA DE TULIPANES

(Coordenadas: 35.303361; -2.964528)

A) MUESTREO DEL 6 DE FEBRERO DE 2020

ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PARCELA

La parcela seleccionada, de 15 x 15 m (unos 225 m²), de la zona más rica del barranco del Nano, la 3.A de los informes de años anteriores. Inaccesible a vehículos de cualquier tipo, la parcela, orientada a poniente (260°), parte de un camino basal del que se eleva un talud de alta pendiente (70-80 %) que medido linealmente alcanza unos 5 m (menos de 2 m en vista zenital); el resto, otros 10 m lineales, es un terreno bastante abrupto, pedregoso, con presencia en algunos puntos de roca viva, que presenta una pendiente variable de entre 15 y 30 %. El terreno es el típico del norte del territorio de Melilla, roca calcárea disgregada con presencia dispersa de suelo arcilloso de poco espesor

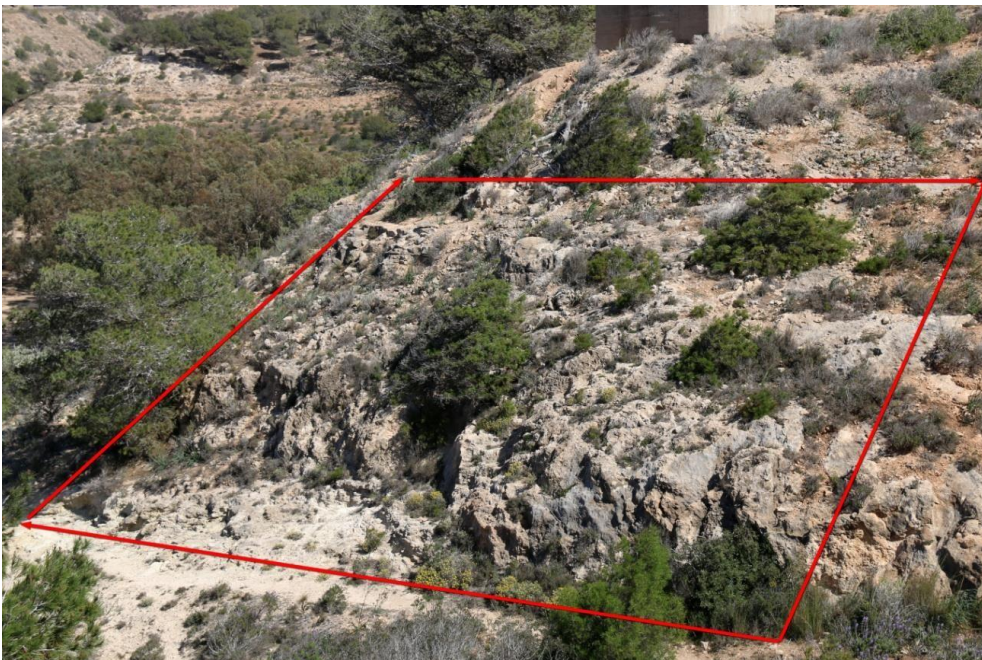


Figura 26. Aspecto general de la parcela

Elegimos esta parcela por ser representativa de la vegetación natural bien conservada de la ZEC del barranco del Nano: un matorral termomediterráneo protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación **5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos**, con presencia de taxones definitorios de otros dos hábitats protegidos: **9570 Bosques de *Tetraclinis articulata*** y **9320 Bosques de *Olea* y *Ceratonía***.

Grado de humedad edáfica”

- 0. Sequedad fuerte o crítica ***
1. Suelo seco normal o típico de la ZEC
 2. Suelo más o menos húmedo por lluvias recientes
 3. Alta humedad. Suelo encharcado parcialmente

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

Sustrato pedregoso, rocoso, rico en calcio y pobre en materia orgánica, que cuando se puede llamar suelo no supera los 20 cm de espesor, del tipo denominado rendzina. La analítica general nos informa de las características físico-químicas del suelo recogidas en la tabla.

N.2: A2026600. ANALÍTICA GENERAL

GRANULOMETRÍA (fracción ≤ 2mm)	RESULTADOS					MÉTODO
Arena Limo Arcilla	66% 24% 10%	TEXTURA (USDA) SUELO FRANCO-ARENOSO				Densímetro de Bouyoucos
Densidad aparente	1,401 gr/cc					Cálculo matemático
SALINIDAD	Muy bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	
Conduc. acuos. (p/V) 25º ext.	0,159 mS/cm					PTA-FQ-012 UNE 77308
Clor. sol. ext. acuos. 1/5 v/v Cl	0,075 meq/100 g					PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sulf. sol. extr. acuos. 1/5 v/v yeso	≤0,00448 % p/p					PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sodio asimilable (Na)	0,257 meq/100 g					PTA-FQ-009, BAC12-TEA, ICP-AES
REACCIÓN DEL SUELO	M. bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	
pH KCl 1M ex. 1/2 (v/v)				7,61		PTA-FQ-004 UNE-EN 13654-2
Caliza total CO ₃ Ca		7,93 % (p/p)				PTA-FQ-013, calcím. Bernard

Caliza activa CO ₃ Ca		5,43 % (p/p)				PTA-FQ-013. extr. oxal. amón.
MATERIA ORGÁNICA	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.alto	
M. orgánica total				3,13 % (p/p)		PTA-FQ-014 ox.dicr. UNE-EN 103204
Carbono orgánico total				1,816 % (p/p)		PTA-FQ-014, ox. Dicromato
Relación C/N total			10,9			Cálculo matemático
MACRONUTRIENTES 1^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
N total			0,167 % (p/p)			PTA-FQ-036 Dumas UNE- EN 13654-2
N nítrico ext. ac. 1/5 (p/v)	10,2 mg/Kg					PTA-FQ-012 c. ión. UNE- EN 10304-1
Nitrato sol. ext. ac. 1/5 (p/p)	45,1 mg/Kg					PTA-FQ-012 c. ión. UNE- EN 10304-1
P asimilable	≤ 10 mg/K					PTA-FQ-015 Olsen ICP- AES. ISO 22036
K asimilable				0,82 meq/100 g		PTA-FQ-009 Ba C12-TEA ICP-AES. ISO 22036
MACRONUTRIENTES 2^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
Calcio asimilable					14,4 meq/100 g	PTA-FQ-009 BaC12-TEA, ICP-AES, ISO 22036
Magnesio asimilable			1,30 meq/100g			
CACIONES ASIMILABLES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
% rel. Na	1,5					Cálculo matemático
% rel. K			4,9			
% rel. Ca				85,8		
% rel. Mg		7,8				
INTERACCIONES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
Relación Ca/Mg					11,00	
Relación K/Mg					0,63	
NUTRIENTES						
N total	1.671 mg/Kg		5.854 Kg/Ha		PTA-FQ Dumas UNE_EN 13654-2	
N nítrico sol ex, ac. 1/5 p/v	10,2 mg/Kg		35,7 Kg/Ha		PTA-FQ c. iónica. UNE-EN 10304-1	
Nitrato sol. ex. Ac. 1/5 p/v	45,1 mg/Kg		158,0 Kg/Ha		PTA-FQ c. iónica. UNE-EN 10304-1	
P asimilable P ₂ O ₅	≤ 22,9 mg/Kg		≤ 80 Kg/Ha			
K asimilable K ₂ O	385 mg/Kg		1.350 Kg/Ha		PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES ISO 22036	
Ca asimilable CaO	4.031 mg/Kg		14.120 Kg/Ha			
Mg asimilable MgO	263 mg/Kg		921 Kg/Ha			

N.2: A2026600-2. METALES PESADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	MÉTODO ANALÍTICO
Arsénico	11,3	mgr/Kg	0,010	SOP ICP-029 82019-11) HEAVY METALS; ICP
Cadmio	0,13	mgr/Kg	0,010	
Cobre	9,2	mgr/Kg	0,10	
Cromo	36,3	mgr/Kg	0,10	
Estaño	1,2	mgr/Kg	0,010	
Manganeso	664	mgr/Kg	0,10	
Mercurio	0,062	mgr/Kg	0,005	
Niquel	20,7	mgr/Kg	0,010	
Plomo	19,1	mgr/Kg	0,010	
Zinc	27,5	mgr/Kg	0,10	

Figura 27. Tabla de parámetros físico-químicos del suelo

Granulometría

El análisis de *Analytica Alimentaria GmbH* sigue respecto a la textura del suelo la clasificación del triángulo textural propuesto por el departamento de agricultura de los EEUU (USDA). Y como ocurre en todas las parcelas estudiadas, el alto porcentaje de arena (66%) y los relativamente bajos de limo (24%) y arcilla (10%) sitúa nuestro suelo claramente en la clase textural: SUELO FRANCO ARENOSO.

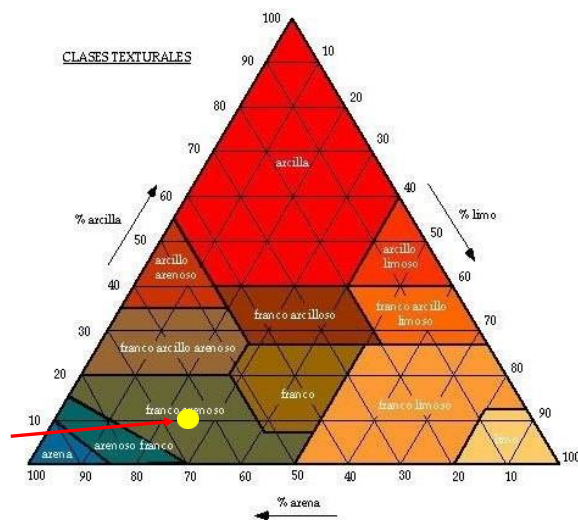


Figura 28. Tomada y modificada de <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>

Conductividad-Salinidad

El suelo de esta parcela tiene un valor de 0,159 mS/cm, lo que lo sitúa según la escala adjunta en un nivel muy bajo. Esta bajísima conductividad del suelo va en paralelo a los niveles también muy bajos de los cloruros y sulfatos solubles, y del ión sodio asimilable, idóneos para que la vegetación de matorrales mediterráneos se desarrolle sin problemas de forma natural.

- **Menor a 2: no existe riesgo de suelo salino ***
- Entre 2 y 4: existe un riesgo escaso de salinidad
- Entre 4 y 8: existe un riesgo moderado de salinidad
- Entre 8 y 16: existe un riesgo alto de salinidad
- Mayor a 16: existe un riesgo muy alto de salinidad

Materia orgánica

En consonancia con el valor de carbono orgánico (1,818 %), el porcentaje de materia orgánica (3,13 %) de la muestra de esta parcela sitúa el suelo en niveles altos. Si bien la relación de concentración carbono/nitrógeno, alcanza valores medios (10,9), lo que representa un suelo en equilibrio, donde el desarrollo de la actividad microbiana y el proceso de mineralización de la materia orgánica se encuentra en la proporción adecuada.

pH

Seguimos esta clasificación general:

- pH entre 4,5 y 5,5: suelo fuertemente ácido. Dificultad de retención de nutrientes
- pH entre 5,5 y 6,5: suelo ácido
- pH entre 6,5 y 6,8: suelo ligeramente ácido
- pH entre 6,8 y 7,5: suelo neutro
- pH entre 7,2 y 7,5: suelo ligeramente alcalino
- **pH entre 7,5 y 8,5: suelo alcalino ***
- Mayor de 8,5: suelo muy básico. Letal para la mayoría de las especies vegetales

El carácter básico (pH 7,61), cercano a ligeramente básico, va asociado a un déficit de macronutrientes (N y P) y a niveles bajos de caliza total y activa, no demasiado limitantes para la absorción de macro y micronutrientes por las raíces. Volvemos a insistir en la agresión que supone para la vegetación autóctona las repoblaciones con pino carrasco que, aquí con nuestros suelos y nuestra climatología, se comporta como especie invasora al competir de forma ventajosa con una de las estrellas de nuestra vegetación: *Tetraclinis articulata*.

Nutrientes

Los análisis de macronutrientes siguen ratificando la pobreza de nuestro suelo. Tanto el nitrógeno (0,167 mgr/Kgr) como el fósforo (≤ 10 mgr/Kgr) se encuentran en niveles bajos. Por el contrario, en los niveles de Ca y de Mg vuelve a manifestarse la litología carbonatada del suelo. La escasa presencia de nutrientes va asociada a especies de crecimiento lento características de nuestra vegetación. El pino, de crecimiento rápido, devora los nutrientes a una velocidad muy superior a la regeneración mineral del suelo.

Metales pesados

Los valores obtenidos para los metales pesados recogidos en la tabla son los normales para el tipo de suelo franco-arenoso de naturaleza calcárea del barranco del río Nano. No existe, pues, ningún tipo de contaminación en este sentido.

INFLUENCIA ANTRÓPICA

0. Nula
1. **Leve: pisadas, algún pequeño residuo ***
2. Evidente: caminos, pistas, residuos bien visibles
3. Total. La actividad humana domina el paisaje

Zona de uso militar (maniobras) con restos de la actividad: cartuchos, trincheras en los alrededores de la parcela. Camino de unos 1,5 m de anchura, de bajada a las antiguas instalaciones militares de la zona 3.A del barranco del Nano. Escalera tallada, hará décadas, en la roca del talud con el mismo fin. Restos dispersos: paquete de tabaco, trozo de metal, plástico.

VEGETACIÓN

La cobertura general es de aproximadamente el 28 % y la altura media de la vegetación la que marcan los ejemplares grandes achaparrados de *Tetraclinis articulata* (1,5 m) de *Micromeria*, *Thymus* y *Teucrium* (unos 20 cm), *Helianthemum caput-felis* (30-40 cm), *Lavandula dentata* (80 cm), pequeños pinos naturalizados (1,20 m) y espigas florales de *Asphodelus ramosus* (120 cm).

Dividimos la parcela en franjas horizontales alargadas de 1,10 m. Así, obtuvimos 9 rectángulos alargados (1 en la base del talud, 2 en el mismo talud vertical y 6 en la zona alta con menos pendiente). Describimos y analizamos, con algunas explicaciones aclaratorias, de forma integrada toda la parcela dada su semejanza vegetativa.

Taxones dominantes

Tetraclinis articulata. 17 ejemplares, 3 de ellos viejos achaparrados (hasta 2 m de altura) y el resto, sus progenies, de menos de 80 cm de altura o algunos incipientes (naciendo de las pequeñas fisuras de la roca viva). Piñas del año pasado y nuevas de este (0,8 mm).



Figura 29. *Tetraclinis articulata* con piñas



Figura 30. *Helianthemum caput-felis* bajo el talud

Helianthemum caput-felis. 63 ejemplares en plena floración la mayoría. El mayor, altura 35 cm, anchura 70 cm y diámetro de tronco 5 mm. Buena parte de los ejemplares en la zona baja del talud.

Micromeria inodora. 239 ejemplares. Los situados en sitios protegidos con floración incipiente, el resto degradado (estrés hídrico en un año terriblemente seco).

Lavandula dentata. 127 ejemplares en plena floración, el mayor de 80 cm de altura, 70 cm de anchura y diámetro de tronco de más de 1 cm. Muchos de los ejemplares nuevos de pequeño tamaño naciendo incluso de las rajadas de la roca viva.

Asphodelus spp. 212 ejemplares aún sin florecer, la mayoría localizados en la base del talud y en la zona norte de la parcela. Algunos, una decena, florecidos, de la especie *A. ramosus*.

Hyparrhenia hirta. 152 ejemplares localizados la mayoría en la base horizontal del talud. Bastante degradada vegetativamente, con espigas rotas del pasado año.

PARCELA DE ESTUDIO Nº 3: BARRANCO DEL NANO (ZONA 3.A) 225 m² (35.303361; -2.964528)		
COBERTURA GENERAL: ± 28 %		
Altura máxima vegetación: 210 cm Altura media 40 cm		
DIVERSIDAD: 37 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 18,3 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Tetraclinis articulata</i>	17	15,3 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	63	12,1 %
<i>Micromeria inodora</i>	239	14,8 %
<i>Lavandula dentata</i>	127	10,7 %
<i>Asphodelus spp.</i>	212	19,9 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	152	4,6 %
COHORTE		
<i>Thymus munbyanus</i>	19	1,6 %
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	8	0,2 %
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	12	8,3 %
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	2	1,6 %
<i>Putoria tenella</i>	13	0,5 %
<i>Muscari comosum</i>	20	< 0,1 %
<i>Plantago afra</i>	32	< 0,1 %
<i>Brachypodium retusum</i>	8	0,4 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	10	0,4 %
<i>Fumana thymifolia</i>	7	0,3 %
<i>Ononis pubescens</i>	24	0,3 %
<i>Ranunculus trilobus</i>	14	< 0,1 %
<i>Pistacia lentiscus</i>	3	0,4 %
<i>Sonchus oleracea</i>	12	0,3 %
<i>Asphodelus ramosus</i>	10	1,9 %
<i>Xanthoria parietina</i>	>100	1,3 %
<i>Squamaria cartilaginea</i>	>100	0,9 %
ESPORÁDICOS		
<i>Arisarum simorrhinum</i>	12	-
<i>Ophrys speculum</i>	3	-
<i>Viola arborescens</i>	4	-
<i>Lapiedra martinezii</i>	5	-
<i>Ulex parviflorus</i>	2	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	-

<i>Calendula arvensis</i>	3	-
<i>Erodium chium</i>	8	-
<i>Anagallis arvensis</i>	15	-
<i>Thapsia villosa</i>	2	-
<i>Lotus creticus</i>	7	-
TAXONES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<p><i>Tulipa sylvestris</i>. Praderilla cercana a la parcela con centenares de ejemplares fructificados. Zona húmeda con suelo arcilloso (<i>terra rossa</i>)</p> <p><i>Gladiolus ilyricus</i>. Abundante, en flor.</p> <p><i>Gynandris sisyrinchum</i>. Ejemplares dispersos en flor.</p> <p><i>Urginea undulata v. tazensis</i>. Especie endémica norteafricana, escasa en esta zona.</p> <p><i>Urginea maritima</i>. Abundante pero bastante localizada.</p> <p><i>Euphorbia falcata</i>. Ejemplares dispersos.</p> <p><i>Lycium intricatum</i>. Escasa, Flores y frutos</p> <p><i>Fagonia cretica</i>. Relativamente abundante en la zona, aunque cada vez menos.</p> <p><i>Whitania frutescens</i>. Muy localizada en la zona de pinos, a su sombra. En la más expuesta, ejemplares dispersos.</p> <p><i>Thapsia villosa</i>. Abundante en la zona, en período de floración.</p> <p><i>Ballota hirsuta</i>. Abundante, sin flores.</p> <p><i>Asparagus horridus</i>. Cada vez más escaso en la zona.</p> <p><i>Phagnalon rupestre</i>. Abundante en los alrededores de la parcela.</p> <p><i>Smilax aspera</i>. Gran ejemplar en el barranco próximo. Racimos de frutos.</p> <p><i>Erica multiflora</i>. Un solo ejemplar rupícola. Flores.</p>		

Figura 31. Tabla de vegetación de la parcela

B) MUESTREOS DEL 13 DE MARZO DE 2021

DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS (vid. pág. 27)

ESTUDIO EDAFOLÓGICO (vid. pág. 48)

INFLUENCIA ANTRÓPICA (vid. pág. 52)

VEGETACIÓN

La cobertura general aumenta al 29,4 %. La altura máxima, media y basal la siguen marcando las especies ya reseñadas en los muestreos de 2020: *Tetraclinis articulata* (1,5 m), pinos naturalizados y espigas florales de *Asphodelus ramosus* (1,20 m), *Lavandula dentata* (80 cm), *Helianthemum caput-felis* (30-40 cm), y *Micromeria*, *Thymus* y *Teucrium* (unos 20 cm).

Taxones dominantes

Tetraclinis articulata. 19 ejemplares, 3 de ellos viejos achaparrados (hasta 2 m de altura) y el resto, sus progenies, de menos de 80 cm de altura o algunos incipientes (naciendo de las pequeñas fisuras de la roca viva). Piñas del año pasado y nuevas de este (0,8 mm).



Figura 32. *Tetraclinis articulata* forest: hábitat protegido Directiva Hábitat

Helianthemum caput-felis. 66 ejemplares en plena floración la mayoría. El mayor, altura 35 cm, anchura 70 cm y diámetro de tronco 5 mm. Buena parte de los ejemplares en la zona baja del talud.

Micromeria inodora. 230 ejemplares. Los situados en sitios protegidos con floración incipiente, el resto degradado (estrés hídrico en un año terriblemente seco).

Lavandula dentata. 125 ejemplares en plena floración, el mayor de 80 cm de altura, 70 cm de anchura y diámetro de tronco de más de 1 cm. Muchos de los ejemplares nuevos de pequeño tamaño naciendo incluso de las rajadas de la roca viva.

Asphodelus spp. 199 ejemplares aún sin florecer, la mayoría localizados en la base del talud y en la zona norte de la parcela, casi todos de la especie *A. fistulosus*. Algunos, una decena, florecidos, de la especie *A. ramosus*.

Hyparrhenia hirta. 134 ejemplares localizados la mayoría en la base horizontal del talud. Bastante degradada vegetativamente, con espigas rotas del pasado año.

PARCELA DE ESTUDIO Nº 3: BARRANCO DEL NANO (ZONA 3.A) 225 m² (35.303361; -2.964528)		
COBERTURA GENERAL: ± 29,4 %		
Altura máxima vegetación: 210 cm Altura media 40 cm		
DIVERSIDAD: 39 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 19,3 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Tetraclinis articulata</i>	19	15,3 %
<i>Helianthemum caput-felis</i>	66	12,5 %
<i>Micromeria inodora</i>	230	14,3 %
<i>Lavandula dentata</i>	125	10,3 %
<i>Asphodelus spp.</i>	199	17,1 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	134	3,7 %
COHORTE		
<i>Thymus munbyanus</i>	21	1,7 %
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	7	0,2 %
<i>Pinus halepensis</i> (naturalizado)	14	8,5 %
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	3	1,7 %
<i>Putoria tenella</i>	14	0,5 %

<i>Muscari comosum</i>	22	< 0,1 %
<i>Plantago afra</i>	24	< 0,1 %
<i>Brachypodium retusum</i>	6	0,3 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	14	0,4 %
<i>Fumana thymifolia</i>	8	0,3 %
<i>Ononis pubescens</i>	20	0,3 %
<i>Ranunculus trilobus</i>	24	0,1 %
<i>Pistacia lentiscus</i>	4	0,4 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	152	3,1 %
<i>Sonchus oleracea</i>	19	0,3 %
<i>Xanthoria parietina</i>	>100	1,1 %
<i>Squamaria cartilaginea</i>	>100	0,8 %
ESPORÁDICOS		
<i>Arisarum simorrhinum</i>	19	-
<i>Ophrys speculum</i>	5	-
<i>Viola arborescens</i>	7	-
<i>Lapiedra martinezii</i>	8	-
<i>Ulex parviflorus</i>	2	-
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	-
<i>Calendula arvensis</i>	3	-
<i>Erodium chium</i>	8	-
<i>Geranium molle</i>	4	-
<i>Anagallis arvensis</i>	21	-
<i>Euphorbia viridis</i>	8	-
<i>Sedum sediforme</i>	2	-
<i>Helianthemum marifolium</i>	2	-
<i>Thapsia garganica</i>	4	-
<i>Lotus creticus</i>	7	-
<i>Urginea undulata v. tazensis</i>	6	-
TAXONES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<i>Las misma ya reseñadas en los muestreos de 2020, más:</i>		
<i>Scilla peruviana</i> . Escasa, en flor.		
<i>Merendera filifolia</i> . Escasa. En flor		
<i>Euphorbia falcata</i> . Ejemplares dispersos.		
<i>Mentha puligeum</i> . Escasa.		

Figura 33. Tabla de vegetación de la parcela

**3.4. PARCELA 4. ZEC TERRESTRE DE BARRANCO DEL NANO.
ZONA NORTE REPOBLACIONES
(Coordenadas: 35.3160833; -2.956306)**

A) MUESTREOS DE 12 DE FEBRERO DE 2020

ELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

El terreno es el típico del norte del territorio de Melilla, roca calcárea disgregada con presencia dispersa de suelo areno-pedregoso de poco espesor, lo que da lugar a una escasa cobertura vegetal que calculamos entre el 20 y 25%. Esta cuarta parcela también resultó elegida por situarse en un lugar donde la actuación humana ha sido constante en las últimas décadas, en forma de repoblaciones realizadas un tanto aleatoriamente con especies autóctonas y otras alóctonas sin ningún tipo de planteamiento científico previo.



Figura 34. Aspecto general de la parcela vista desde el norte

El resultado: una amplia ladera (zona 1.A en los informes de 2018 y 2019) orientada al sur con arcares, pinos, lentiscos, palmitos... que en algunas zonas forman verdaderos amasijos, ladera antes ocupada por el matorral termomediterráneo que caracteriza nuestra vegetación. En los torpes trabajos de repoblación se eliminaron muchos ejemplares de especies representativas del *Micromerietum inodori* protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación **5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos**, y se dio lugar al avance de especies invasoras que hoy en día constituyen uno de los más graves problemas del mantenimiento de la ZEC.

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

N.2: A2026600. ANALÍTICA GENERAL

GRANULOMETRÍA (fracción ≤ 2mm)	RESULTADOS					MÉTODO
Arena Limo Arcilla	70% 22% 8%	TEXTURA (USDA) SUELO FRANCO-ARENOSO				Densímetro de Bouyoucos
Densidad aparente	1,385 gr/cc					Cálculo matemático
SALINIDAD	Muy bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	
Conduc. 25º ext. acuos.(p/V)		0,240 mS/cm				PTA-FQ-012 UNE 77308
Clor. sol. ext. acuos 1/5 v/v Cl		0,209 meq/100 g				PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sulf. sol. extr. acuos. 1/5 v/v yeso	0,00745 % p/p					PTA-FQ-012 UNE-EN 10304-1
Sodio asimilable (Na)		0,415 meq/100 g				PTA-FQ-009, BAC12-TEA,ICP-AES
REACCIÓN DEL SUELO	M. bajo	Bajo	Med.	Alto	M. alto	
pH KCl 1M ex.1/2 (v/v)				7,75		PTA-FQ-004 UNE-EN 13654-2
Caliza total CO ₃ Ca				29,08% (p/p)		PTA-FQ-013, calcím. Bernard
Caliza activa CO ₃ Ca				13,32% (p/p)		PTA-FQ-013. extr. oxal. amón.
MATERIA ORGÁNICA	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.alto	
M. orgánica total				0,93 % (p/p)		PTA-FQ-014 ox.dicr. UNE-EN 103204 PTA-FQ-014, ox.
Carbono orgánico total				0,539 % (p/p)		Dicromato
Relación C/N total		9,1				Cálculo matemático

MACRONUTRIENTES 1^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
N total				0,272 % (p/p)		PTA-FQ-036 Dumas UNE-EN 13654-2
N nítrico ext. ac. 1/5 (p/v)	8,7 mg/Kg					PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1
Nitrato sol. ext. ac. 1/5 (p/p)	38,4 mg/Kg					PTA-FQ-012 c. ión. UNE-EN 10304-1
P asimilable		12,9 mg/Kg				PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES. ISO 22036
K asimilable			0,498 meq/100 g			PTA-FQ-009 Ba C12- TEA ICP-AES. ISO 22036
MACRONUTRIENTES 2^{rios}	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
Calcio asimilable					18,7 meq/100 g	PTA-FQ-009 BaC12- TEA, ICP-AES, ISO 22036
Magnesio asimilable				2,72 meq/100g		
CATIONES ASIMILABLES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
% rel. Na	1,9					Cálculo matemático
% rel. K			2,2			
% rel. Ca				83,8		
% rel. Mg			12,1			
INTERACCIONES	M.bajo	Bajo	Med.	Alto	M.al.	
Relación Ca/Mg				6,90		
Relación K/Mg		0,183				
NUTRIENTES						
N total	2.717 mg/Kg		9.412 Kg/Ha		PTA-FQ Dumas UNE_EN 13654-2	
N nítrico sol ex, ac. 1/5 p/v	8,7 mg/Kg		30,0 Kg/Ha		PTA-FQ c. ión..UNE-EN 10304-1	
Nitrato sol. ex. Ac. 1/5 p/v	38,4 mg/Kg		133,0 Kg/Ha		PTA-FQ c. ión..UNE-EN 10304-1	
P asimilable P2O5	29,6 mg/Kg		103 Kg/Ha			
K asimilable K2O	234 mg/Kg		810 Kg/Ha			
Ca asimilable CaO	52.59 mg/Kg		18.216 Kg/Ha		PTA-FQ-015 Olsen ICP-AES ISO	
Mg asimilable MgO	548 mg/Kg		1.899 Kg/Ha		22036	

N.2: A2026600-2. METALES PESADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	MÉTODO ANALÍTICO
Arsénico	10,2	mgr/Kg	0,010	
Cadmio	0,29	mgr/Kg	0,010	
Cobre	13,8	mgr/Kg	0,10	
Cromo	30,5	mgr/Kg	0,10	
Estaño	1,6	mgr/Kg	0,010	

Manganeso	715	mgr/Kg	0,10	SOP ICP-029 82019-11) HEAVY METALS; ICP
Mercurio	0,078	mgr/Kg	0,005	
Niquel	19,6	mgr/Kg	0,010	
Plomo	16,5	mgr/Kg	0,010	
Zinc	29,4	mgr/Kg	0,10	

Figura 35. Tabla de parámetros físico-químicos del suelo

Granulometría

El análisis de *Analytica Alimentaria GmbH* sigue respecto a la textura del suelo la clasificación del triángulo textural propuesto por el departamento de agricultura de los EEUU (USDA). El alto porcentaje de arena (70 %) y los relativamente bajos de limo (22 %) y arcilla (8 %) sitúa nuestro suelo en la clase textural: SUELO FRANCO ARENOSO, cuyas características se van a ver reflejadas en los valores de los parámetros que vemos a continuación.

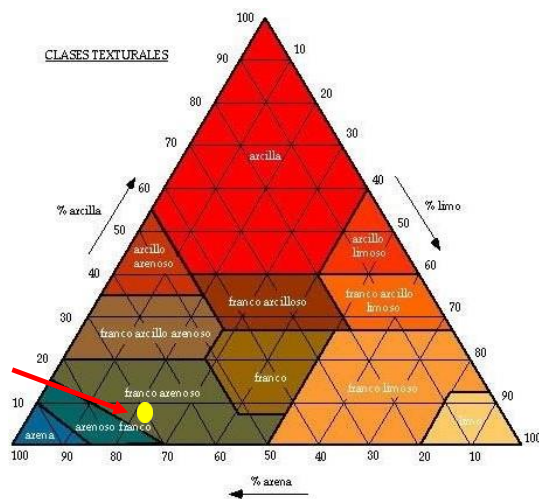


Figura 36. Tomada y modificada de <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>

Conductividad-Salinidad

Medida en miliSiemens/cm, el suelo de esta parcela tiene un valor de 0,240 mS/cm, lo que lo sitúa según la escala adjunta en un nivel muy bajo. Esta bajísima conductividad del suelo va en paralelo a los niveles también muy bajos de los cloruros solubles y del ión sodio asimilable, y los bajos de

los sulfatos solubles. Valores idóneos para que la vegetación de matorrales mediterráneos se desarrolle sin problemas de forma natural.

- **Menor a 2: no existe riesgo de suelo salino.**
- Entre 2 y 4: existe un riesgo escaso de salinidad.
- Entre 4 y 8: existe un riesgo moderado de salinidad.
- Entre 8 y 16: existe un riesgo alto de salinidad.
- Mayor a 16: existe un riesgo muy alto de salinidad.

Materia orgánica

Suelo equilibrado en lo que respecta al valor relativo C/N (9,1), con concentraciones de materia orgánica total (0,93 % p/p) y carbono orgánico (0,539 % p/p) relativamente altos dan lugar a que el desarrollo de la actividad microbiana y el proceso de mineralización de la materia orgánica se encuentra en la proporción adecuada.

pH

El valor es de 7,75 producido por los valores altos de caliza total (29,08 % p/p) y de caliza activa (13,32 % p/p), nos habla de un suelo alcalino típico de toda la región norte de Melilla con la costra travertínica y las arcillas rojas.

Nutrientes

Los análisis de macronutrientes siguen ratificando la pobreza de nuestro suelo. Tanto el nitrógeno nítrico (8,7 mgr/Kgr) como el nitrato soluble (38,4 mgr/Kgr) y el fósforo asimilable (12,9 mgr/Kgr) se encuentran en niveles muy bajos o bajos, en consonancia con la vegetación mediterránea autóctona. Por el contrario, en los niveles de Ca y de Mg vuelve a manifestarse la litología carbonatada del suelo.

Metales pesados

Los valores obtenidos para los metales pesados recogidos en la tabla son los normales para el tipo de suelo franco-arenoso de naturaleza calcárea del barranco del río Nano. No existe, pues, ningún tipo de contaminación en este sentido.

GRADO DE INFLUENCIA ANTRÓPICA

0. Nula
1. Leve: pisadas, algún pequeño residuo
2. **Evidente: caminos, pistas, residuos visibles, repoblaciones, especies invasoras ***
3. Total. La actividad humana domina el paisaje

Esta cuarta parcela de seguimiento ha sido elegida por situarse en un lugar donde la actuación humana ha sido constante en las últimas décadas, en forma de repoblaciones realizadas un tanto aleatoriamente con especies autóctonas y otras alóctonas sin ningún tipo de planteamiento científico previo. El resultado: una amplia ladera (zona 1.A en los informes de 2018 y 2019) orientada al sur con araares, pinos, lentiscos, palmitos... que en algunas zonas forman verdaderos amasijos, ladera antes ocupada por el matorral termomediterráneo que caracteriza nuestra vegetación. En los torpes trabajos de repoblación se eliminaron muchos ejemplares de especies representativas del *Micromerietum inodori* protegido en el anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE con la denominación 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos, y se dio lugar al avance de especies invasoras que hoy en día constituyen uno de los más graves problemas del mantenimiento de la ZEC.

VEGETACIÓN

En el matorral autóctono encontramos 3 estratos: el bajo formado por *Micromeria-Fumana*, *Teucrium*, *Fagonia*, etc., el intermedio debido a los ejemplares altos de *Asphodelus ramosus* que llegan a 1,40 m en algún caso y de alguna otra especie de estructura vertical como *Hyparrhenia hirta*, y el alto con ejemplares de repoblación (pinos, araares) que junto a los de *Launea* llegan a alcanzar los 200 cm.

Taxones dominantes

Micromeria inodora. 228 ejemplares. Los situados en sitios protegidos con floración incipiente, el resto degradado (estrés hídrico en un año terriblemente seco).

Teucrium ganaphalodes. 91 ejemplares olorosos aún sin flores, solo algunos con capullos.



Figura 37. Trazado de hileras de estudio

Asphodelus spp., ramosus. 432 ejemplares, la mayoría solo en rosetas de hojas basales (quizás de solo una especie concreta, quizás debido al estrés hídrico). Un 10% fructificado, de la especie *A. ramosus*.

Fumana thymifolia et Fumana ericifolia. 91 ejemplares, de ellos aproximadamente la mitad muertos, otros en estados intermedios y solo algunos lustrosos con flores. Aquí habría que comentar el paralelismo de la alta mortandad de esta especie de jara (*Cistaceae*) con lo que le ocurre a otra de la misma familia, *Helinthemum caput-felis*, en otra parcela de estudio. La razón, pensamos, hay que buscarla en el estrés hídrico que soporta Melilla, donde no llueve desde el día 21 de enero (2 mm), mes en el que solo se registraron 14,6 mm, muy por debajo de su media.

Launea arborescens. 10 ejemplares, 4 de ellos grandes, uno de 3 m de diámetro por 1,70 m de altura, otro de 1 m por 90 cm de altura, otro de 1,90 m de diámetro por 1,60 m de altura, y otro de 1,10 por 85 cm. El resto, pequeños, progenie de los anteriores.



Figura 38. Gran ejemplar de *Launea arborescens* y pinos de repoblación

PARCELA DE ESTUDIO Nº 4: BARRANCO DEL NANO (ZONA de REPOBLACIONES) - 150 m² (35.3160833; -2.956306)		
COBERTURA GENERAL: 22,5 %		
Altura máxima vegetación: 200 cm Altura media: 20-40 cm		
DIVERSIDAD: 40 taxones		
Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 19,8 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	228	9,7 %
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	70	4,9 %
<i>Asphodelus spp.</i>	432	25,4 %
<i>Fumana spp.</i>	91	4,5%
<i>Launea arborescens</i>	10	24,2 %
TAXONES DE REPOBLACIÓN		
<i>Pinus halepensis</i>	3	9,1 %
<i>Tetraclinis articulata</i>	7 e hijuelos	3,5 %
<i>Pistacia lentiscus</i>	6	1,5 %
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	4	1,2 %

<i>Nerium oleander</i>	4	0,6 %
<i>Chamaerops humilis</i>	1	< 0,1 %
<i>Periploca laevigata</i>	2	0,6 %
<i>Ceratonia siliqua</i>	3	1,6 %
COHORTE		
<i>Fagonia cretica</i>	46	2,4 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	85	1,7 %
<i>Urginea undulata v. tazensis</i>	33	1,2 %
<i>Aphyllantes mospeliensis</i>	5	0,2 %
<i>Reseda phyteuma</i>	19	0,6 %
<i>Anagallis arvensis</i>	> 100	0,6 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	23	0,6 %
<i>Arisarum simorrhinum</i>	> hojas secas	1,3 %
<i>Lapiedra martinezii</i>	7	0,2 %
<i>Asparagus horridus</i>	1	0,3 %
<i>Phagnalon rupestre</i>	8	0,2 %
ESPORÁDICOS		
<i>Daucus carotta</i>	3	-
<i>Viola arborescens</i>	4	-
<i>Calendula arvensis</i>	2	-
<i>Echium plantagineum</i>	7	-
<i>Euphorbia viridis</i>	1	-
<i>Muscari comosum</i>	1	-
<i>Carlina lanata</i>	3	-
<i>Erodium chium</i>	8	-
<i>Whitania frutescens</i>	1	-
<i>Plantago afra</i>	4	-
<i>Plantago lagopus</i>	1	-
<i>Sonchus oleracea</i>	3	-
<i>Lavandula dentata</i>	3	-
<i>Reseda alba</i>	5	-
<i>Lolium multiflorum</i>	11	-
TAXONES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<p><i>Asparagus acutifolius</i>. Varios ejemplares dispersos.</p> <p><i>Anthericum baeticum</i> abundante en flor.</p> <p><i>Teucrium pseudochamaeopytis</i> en un lugar muy concreto un grupo (alta sociabilidad) de unos 50 ejemplares en flor. Ladera opuesta que da al norte, más húmeda.</p>		

Lavandula multifida. Abundante, en flor.

Thapsia villosa. Abundante, en flor.

Thymus munbyanus abundante. Ladera opuesta que da al norte, más húmeda

Convolvulus arvensis. Abundante, en flor.

Eruca vesicaria. En flor.

Gladiolus ilyricus. Abundante, en flor. Ladera opuesta que da al norte, más húmeda

Ballota hirsuta. Abundante, sin flores.

Helianthemum caput-felis. Varios ejemplares, algunos introducidos. En flor.

Cistus heterophyllus. Introducida. En flor.

Acacia retinoides. Invasora.

Figura 39. Tabla de la vegetación de la parcela



Figura 40. *Lapiedra martinezii*, *Reseda phyteuma*, *Helianthemum caput-felis* y *Cistus heterophyllus*

B) MUESTREOS DE 11 DE MARZO DE 2021

DATOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS (vid. pág. 27)

ESTUDIO EDAFOLÓGICO (vid. pág. 61)

INFLUENCIA ANTRÓPICA (vid. pág. 65)



Figura 41. Delimitación de la parcela

Además, es una zona bastante concurrida por su cercanía a los pinares de Rostrogordo. Esto da lugar a un sustrato cada vez más apelmazado donde la vegetación poco a poco se está viendo invadida por praderas de gamones (*Asphodelus spp.*). El alto porcentaje del recubrimiento vegetal (28,4 % con 432 ejemplares) que representan las 3 especies de asfodelos, fuertes genéticamente, indica un inicio de sustitución ecológica hacia la pérdida de diversidad.



Figura 42. La parcela con abundancia de *Asphodelus* y *Acacia* invasora al fondo

VEGETACIÓN

Taxones dominantes

***Micromeria inodora*.** 201 ejemplares, 60 vivos y 41 completamente secos. Los situados en sitios protegidos con floración incipiente, el resto degradado (estrés hídrico en un año terriblemente seco).

***Teucrium ganaphalodes*.** 70 ejemplares olorosos, algunos ya en flor.

Asphodelus spp. 375 ejemplares, la mayoría solo en rosetas de hojas basales. La mayoría de la especie: *A. ramosus* (un 10% fructificada).

Fumana spp. 123 ejemplares. Muchos en flor. La mortandad expresada en los muestreos de 2020 no era tal, el cambio meteorológico de este marzo de 2021 ha llenado de verdor a estas especies de *Fumana*: *F. thymifolia* et *Fumana laevipes*.

***Launea arborescens*.** 10 ejemplares, 4 de ellos grandes, uno de 3 m de diámetro por 1,70 m de altura, otro de 1 m por 90 cm de altura, otro de 1,90 m de diámetro por 1,60 m de altura, y otro de 1,10 por 85 cm. El resto, pequeños, progenie de los anteriores.

PARCELA DE ESTUDIO Nº 4: BARRANCO DEL NANO (ZONA de REPOBLACIONES) - 150 m² (35.3160833; -2.956306)		
COBERTURA GENERAL: 20-25% Altura máxima vegetación: 200 cm Altura media: 20-40 cm		
DIVERSIDAD: 37 taxones Porcentaje diversidad parcela/diversidad anual total ZEC: 22,5 %		
TAXONES DOMINANTES	Nº ejemplares	Cobertura relativa
<i>Micromeria inodora</i>	201	9,7 %
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	93	4,8 %
<i>Asphodelus spp.</i>	375	28,4 %
<i>Fumana thymifolia</i>	123	6,5%
<i>Launea arborescens</i>	10	24,2 %
TAXONES DE REPOBLACIÓN		
<i>Pinus halepensis</i>	3	9,1 %
<i>Tetraclinis articulata</i>	7 e hijuelos	3,5 %
<i>Pistacia lentiscus</i>	6	1,5 %
<i>Olea europea v. sylvestris</i>	4	1,2 %
<i>Nerium oleander</i>	4	0,6 %
<i>Chamaerops humilis</i>	1	< 0,1 %
<i>Periploca laevigata</i>	2	0,6 %
<i>Ceratonia siliqua</i>	3	1,6 %
COHORTE		
<i>Fagonia cretica</i>	42	2,3 %
<i>Asteriscus maritimus</i>	89	1,8 %
<i>Urginea undulata v. tazensis</i>	30	1,2 %
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	5	0,2 %
<i>Reseda phyteuma</i>	22	0,6 %
<i>Anagallis arvensis</i>	> 100	0,6 %
<i>Hyparrhenia hirta</i>	37	0,8 %
<i>Arisarum simorrhinum</i>	> hojas secas	1,3 %
<i>Lapiedra martinezii</i>	5	0,2 %
<i>Asparagus horridus</i>	1	0,3 %
<i>Phagnalon rupestre</i>	12	0,2 %
ESPORÁDICOS		
<i>Daucus carotta</i>	4	-
<i>Viola arborescens</i>	7	-

<i>Calendula arvensis</i>	5	-
<i>Echium plantagineum</i>	3	-
<i>Euphorbia viridis</i>	4	-
<i>Muscari comosum</i>	1	-
<i>Carlina lanata</i>	5	-
<i>Erodium chium</i>	11	-
<i>Ebenus pinnata</i>	2	-
<i>Whitania frutescens</i>	1	-
<i>Plantago afra</i>	6	-
<i>Anthericum baeticum</i>	1	-
<i>Plantago lagopus</i>	3	-
<i>Sonchus oleracea</i>	5	-
<i>Lavandula dentata</i>	3	-
<i>Lavandula multifida</i>	2	-
<i>Reseda alba</i>	4	-
<i>Centaurium pulchellum</i>	1	-
TAXONES INTERESANTES EN LAS CERCANÍAS DE LA PARCELA		
<p>Las ya reseñadas en los muestreos de 2020, más:</p> <p><i>Ophrys speculum</i>. Escasa. Ladera que da al norte, más húmeda.</p> <p><i>Orchys sacatta</i>. Escasa. Ladera que da al norte, más húmeda.</p> <p><i>Orchys tenthredinifera</i>. Ladera que da al norte, más húmeda.</p> <p><i>Sedum sediforme</i>. Ladera que da al norte, más húmeda.</p> <p><i>Helianthemum appeninum</i>. Escasa.</p> <p><i>Suillus granulatus</i>. Varios esporangios tras lluvias.</p>		

Figura 43. Tabla de la vegetación de la parcela

4. REINTRODUCCIÓN DE EJEMPLARES DE *TESTUDO GRAECA* (TORTUGA MORA) PROVENIENTES DE LA RESERVA DE LA GRANJA ESCUELA FELIPE VI EN LA ZEC DEL NANO

LA RESERVA DE LA GRANJA ESCUELA

Desde 2019, la Universidad de Granada (Campus de Melilla) está llevando a cabo un ensayo de microrreserva ambiental que pretende ser un reflejo en miniatura de las dos Zonas de Especial Conservación (ZEC) reconocidas por la Comunidad Europea (Directiva Hábitat) para el territorio melillense: el Barranco del Río Nano y los Acantilados de Aguadú. En esta pequeña reserva protegida, de unos 3.200 m² de superficie, ubicada en el Parque Granja Escuela Rey Felipe VI, se intenta recuperar y reintroducir en el medio natural especies vegetales y animales autóctonas cuyas poblaciones naturales se encuentran deprimidas o en claro riesgo de extinción en los 12 km² de nuestra ciudad. Estamos, pues, ante un proyecto pionero de conservación del Patrimonio Natural de Melilla. Entre los **elementos fundamentales de conservación** que se están llevando a cabo desde el inicio del proyecto, caben destacarse:

1. **Charca para anfibios:** pequeño oasis de vida silvestre: sapo pintojo, rana sahárica, galápago leproso, sapo mauritánico..., para su cría y posterior reintroducción en sus hábitats naturales.
2. **Observatorio de aves:** desde donde fomentar el conocimiento y el seguimiento de aves, tanto de la ornitofauna autóctona, urbana y silvestre, como de especies migratorias y foráneas.
3. **Hoteles de insectos:** para dar cobijo a insectos beneficiosos y polinizadores.
4. **Ecosistemas para reptiles y pequeños mamíferos:** facilitando su desarrollo y reproducción: tortuga mora, camaleón, salamanguetas, lagartijas, erizos...
5. **Cajas-nidos y comederos para distintas especies de aves:** donde facilitar la reproducción y evitar molestias en la época de cría.
6. **Cajas-refugio para murciélagos.**

7. **Conservación de especies vegetales autóctonas de alto valor ecológico, en peligro o ya extintas en el medio natural melillense:** lentisco, retama, araar, azufaifo, brezo, mirto, acebuche, coscoja, palmito, diversas especies de bulbosas...
8. **Guías para el conocimiento de las principales especies de interés y actividades académicas y divulgativas:** clases, charlas, talleres, itinerarios guiados, campañas de sensibilización, confección de guías, edición de documentación..., destinadas especialmente a alumnado universitario y profesores.

Este proyecto científico-pedagógico, del que se redactan programas anuales de actuación e informes semestrales (<https://granjamelilla.es>), lo coordinan en colaboración la Consejería de Políticas Sociales, Salud Pública y Bienestar Animal, y los departamentos de Zoología, Química Inorgánica y Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada-Campus de Melilla.

REINTRODUCCIÓN DE TESTUDO GRAECA EN LA ZEC DEL BARRANCO DEL NANO

Desde el día 29 de septiembre de 2023 se ha procedido a reintroducciones de tortugas moras (*Testudo graeca*) procedentes de la Reserva de la Granja Escuela Felipe VI en el medio natural de Melilla, concretamente en la Zona de Especial Conservación del barranco del río Nano. Han sido, en las dos primeras sueltas, trece los ejemplares seleccionados por su sexo, edad, tamaño y por la alta actividad sexual mostrada en la última semana en la Reserva. La microrreserva natural cuenta en la actualidad con una población de varias decenas de ejemplares provenientes de donaciones de particulares, aunque también de decomisos o aportaciones por parte de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y de hallazgos ocasionales en carreteras y jardines públicos. Se trata, mayoritariamente, de animales domésticos que han sido alimentados con verduras, hortalizas y frutas, alimentación que hemos pretendido ir sustituyendo por la vegetación silvestre de la Reserva con el objetivo de una mejor adaptación en su vuelta a la vida silvestre. Actualmente están previstas nuevas sueltas en otras zonas de las ZECs del Nano y de Agadú.

La tortuga mora es una de nuestras joyas zoológicas, incluida como “vulnerable” o “en peligro de extinción” o “de interés especial” en todos los listados proteccionistas autonómicos, españoles, europeos y mundiales (Lista Roja del IUCN, Convenio de Berna, Convenio CITES, Directiva Hábitat

”

Europea, Libro Rojo de Anfibios y Reptiles de España, etc.). En el Mediterráneo occidental es una especie típica norteafricana y en la España peninsular solo está presente en algunas comarcas de Murcia y Almería, y en el Parque Nacional de Doñana. En Melilla, es posible encontrarse con algún ejemplar en las dos Zonas de Especial Conservación con que cuenta la ciudad. Son especímenes provenientes de decomisos del SEPRONA o aportados por grupos ecologistas y naturalistas con inquietudes conservacionistas. Es ahora cuando hemos iniciado una reintroducción sistemática y científica que pretendemos continuar en el tiempo; para ello los ejemplares han sido caracterizados (sexo, medidas del caparazón, peso, características específicas...) a través de fichas de seguimiento y pequeñas placas metálicas identificativas que podrán darnos información futura sobre crecimientos, desplazamientos e, incluso, éxitos reproductivos.

Antes de la suelta el Servicio Técnico Veterinario que vigila el estado de salud y las condiciones higiénico-sanitarias de los animales de la Granja, ha constatado la ausencia de ectoparásitos y el buen estado vital de las 13 tortugas incorporadas al medio natural.



Figura 44. Suelta de 13 ejemplares los días 29-IX y 5-X-23

EJEMPLARES DE TESTUDO GRAECA REINTRODUCIDOS					
Nº PLACA	FECHA ENTRADA RESERVA	Sexo	DATOS BIOMÉTRICOS (cm)	Peso (gr)	OBSERVACIONES
29 septiembre 2023					
3	14-10-22	H	LE=14,10 An=10,20 LP=12,35 Al=7,03	575	Espaldar perfecto
18	18-10-22	M	LE=13,35 An=9,65 LP=12,50 Al=6,50	525	Caparazón perfecto
28	13-12-22	M	LE=13,75 An=9,40 LP=11,25 Al=6,94	600	2 picaduras en parte posterior espaldar
43	8-02-23	M	LE=15,65 An=9,40 LP=11,25 Al=6,94	645	Espaldar perfecto con placas muy negras
67	29-09-23	M	LE=17,15 An=12,35 LP=13,10 Al=10,15	890	Caparazón perfecto. Caudal muy curva.
68	23-04-23	H	LE=12,40 An=7,60 LP=9,15 Al=6,10	255	Placa caudal dibujo negro extenso en forma de grapa
5 de octubre 2023					
52	18-03-23	M	LE=13,90 An=9,80 LP=11,25 Al=7,15	510	Ribetes de placas muy negros
71	9-02-23	H	LE=15,55 An=12,15 LP=14,35 Al=8,40	720	Mancha negra en el peto en forma de planta
70	16-10-23	H	LE=16,40 An=12,60 LP=14,25 Al=8,90	930	Pequeño picazo cerca de la cabeza
61	23-04-23	M	LE=16,15 An=12,6 LP=12,55 Al=7,25	660	Espaldar trasero e izq. con desconchones
69	15-03-23	M	LE=13,15 An=9,25 LP=10,50 Al=6,25	390	Falta trozo borde concha sobre para trasera derecha
47	30-10-22	H	LE=16,15 An=LP=9,75 11,35Al=6,85	520	Golpe redondo en el espaldar
72	9-02-23	H	LE=7,10 An=5,80 LP=6,35 Al=4,00	72	Inmadura en el Nano. Se le pone placa y se suelta
H: hembra M: macho LE: long. espaldar An: anchura máx. LP: long. peto Al: altura					

Figura 45. Tabla con características de los ejemplares reintroducidos

5. IMPACTO EN EL HÁBITAT, LA FLORA Y LA FAUNA CAUSADO POR LAS OBRAS EN LA ZEC MARÍTIMO-TERRESTRE DE AGUADÚ DESDE PRINCIPIOS DE AGOSTO DE 2023

La Universidad de Granada (Campus de Melilla), se encarga desde 2018, en base a la firma de los Convenios específicos de colaboración “*Estudio de especies y hábitats de las zonas ZECs y el litoral de Melilla*” con la Ciudad Autónoma de Melilla, del seguimiento de los hábitats y especies protegidos por la Directiva Hábitat Europea. El equipo de investigación, formado por el Dr. D. Juan Antonio González García, profesor titular del departamento de Zoología de la Universidad de Granada e investigador responsable, la Dra. D^a Carmen Enrique Mirón, profesora titular del departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, y el colaborador externo D. Pedro Paredes Ruiz, Licenciado en Ciencias Ambientales, ha venido elaborando informes que pueden ser consultados en la página web de la Consejería de Medio Ambiente de la CAM (<https://medioambientemelilla.es/areas-de-actividad/biodiversidad/espacios-protegidos/red-natura/convenio-actuaciones-de-conservacion-en-la-red-natura-2000/>).

En este punto 5 del presente informe abordamos el deterioro ambiental que está sufriendo la franja litoral terrestre de la Zona de Especial Conservación Marítimo-Terrestre de los Acantilados de Aguadú (ES6320001) desde el inicio de las obras que desde el 7 de agosto de 2023 se están realizando. En esta valoración se parte de los informes emitidos en 2019 donde se expone el catálogo florístico de la zona y una amplia información sobre la fauna asociada. Igualmente, de los informes (2016-2017): *Valoración Ambiental y seguimiento de las especies protegidas de la Ciudad de Melilla y peñones españoles en el norte de África*, presentados por este equipo de la Universidad de Granada en colaboración con la Comandancia General de Melilla, la Delegación del Gobierno de Melilla y la Consejería de Medio Ambiente de Melilla. Y, por último, de los muestreos realizados en las últimas salidas de campo a la ZEC en el segundo semestre de 2023: 28 de julio, justo antes del inicio de las obras, 5 de septiembre, tras un mes del inicio de las mismas, y 2 de noviembre, las dos últimas acompañados de los ingenieros de la empresa encargada de las obras. El 21 de noviembre la Delegación de Gobierno de Melilla suspendió temporalmente nuestro permiso de entrada a la zona hasta la finalización de las obras, en aras de la seguridad.

En la ZEC de Aguadú se encuentran representados, en mayor o menor medida de calidad y conservación, varios de los hábitats que la Directiva Hábitat Europea (92/43/CEE) protege en su Anexo I, dos de ellos marinos: 1170 *Arrecifes* y 8330 *Cuevas sumergidas o semisumergidas*, y cuatro terrestres: 1430 *Matorrales halonitrófilos*, 1240 *Acantilados con vegetación de las costas mediterráneas con Limonium spp. endémicos*, 5330 *Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos* y 9320 *Olea-Ceratonia*. En los marinos destacan tres especies protegidas de alto valor ecológico, *Patella ferruginea*, *Dendropoma lebeche* y *Astroides calycularis*. En los terrestres encontramos entremezcladas poblaciones de especies vegetales de los hábitats citados, aunque con un predominio claro cuantitativo y fisionómico de las incluidas en el hábitat 1430 *Matorrales halonitrófilos*, fundamentalmente *Salsola oppositifolia*, *Atriplex halimus*, *Rhamnus oleoides*, *Suaeda vera*, etc. Analizando comparativamente la situación actual con el estado anterior de la zona ha sido en estos hábitats terrestres donde la agresión al medio natural ha resultado más drástica.

DETERIORO GEOLÓGICO-PAISAJÍSTICO

En su parte terrestre litoral, excluyendo el barranco del Quemadero de la parte alta de los acantilados, la ZEC de Aguadú abarca una extensión longitudinal medida en línea recta de unos 550 m, y de unos 650 m siguiendo las sinuosidades de su litoral marino. Los datos obtenidos sobre el terreno y a través de fotografías realizadas desde el mirador superior del barranco del Quemadero nos informan de que, hasta el momento (febrero de 2014), las obras han modificado sustancialmente el paisaje y la geología del lugar en alrededor del 65% de su recorrido lineal. Sobre mapa, estimamos el área de esta franja litoral de la ZEC en unas 4 Ha, aunque habría que añadir unas 0,5 Ha más por la alta inclinación del terreno en la mitad baja y más de 2 Ha de la parte alta del acantilado totalmente vertical, este no influenciado por las obras hasta la fecha. Así, de este total, siempre aproximado de 6,5 Ha, ha sido removido el suelo o ha sido cubierto por grandes bloques de desecho desplazados de su posición inicial en al menos 2,7 Ha (27000 m²), que ahora aparecen recubiertas de residuos terrígenos blanquecinos bien visibles en fotografías zenitales.



Figura 46. Litoral ZEC Aguadú en primavera de 2023



Figura 47. Diversos aspectos de las obras en noviembre de 2023

DETERIORO DE LA VEGETACIÓN

Erróneamente y ante la falta de información científica anterior, los encargados de las obras (comunicación personal) pensaron en que no fueran demasiado afectadas las especies de mayor tamaño, los árboles, cuando precisamente esos árboles, pino carrasco y palmera canaria, se presentan en nuestro clima subárido como especies con cierto carácter invasor que influyen negativamente desplazando a la vegetación natural. Así, se centraron en la eliminación de importantes especies autóctonas perennes de porte mediano-bajo y en otras de ciclo anual que consideraron muertas por la sequedad de su aspecto externo, cuando realmente se encontraban en su fase estival. Precisamente, especies que poseen grandes sistemas radiculares capaces de sujetar el sustrato, y evitar su erosión y desprendimiento.

Por el contrario, el desmonte y desbroce de la maquinaria pesada, ha permitido, azarosamente, conservar algunos grandes ejemplares de lentisco, lugar de insectos, reptiles protegidos, aves..., animales que, de todas formas, han visto reducida su abundancia y su hábitat natural de forma importante. Habrá que esperar para ver la influencia real de las obras en el comportamiento de aves migratorias de alto valor ecológico, especialmente de rapaces como el halcón tagarote, (*Falco peregrinoides*) y el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) y de aves marinas como la gaviota de pico rojo (*Ichthyaetus audouinii*).

Así pues, algunas de las especies importantes (dominantes, cohorte y acompañantes) típicas de los hábitats protegidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat han visto como sus poblaciones han resultado altamente disminuidas y dañadas como consecuencia de las obras: *Atriplex halimus*, *Suaeda vera*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus horridus*, *Rhamnus oleoides*, *Lotus cytisoides*, *nAsteriscus maritimus*, *Frankenia corymbosa*, *Frankenia laevis*, *Reichardia tingitana*, *Lycium intricatum*, *Ephedra fragilis*, *Suaeda splendens*, *Olea europaea v. sylvestris*, *Juniperus phoenicea*, *Salsola oppositifolia*, *Smilax aspera*, *Limonium gummiferum*, *Chritmum maritimum*, *Halogeton sativus*, *Plantago coronopus*, *Daucus carotta*, *Inula chritmoides*, *Rubia peregrina*, *Ballota hirsuta*, *Fagonia cretica*, *Ampolodesmos mauritanica*, entre otras anuales de porte herbáceo de los cortejos habituales de los cuatro hábitats protegidos mencionados anteriormente.

Además de estas, hay que resaltar la eliminación de:

- 3 ejemplares de palmito (*Chamaerops humilis*), los únicos que aún se conservaban en la flora silvestre natural de Melilla, aunque se haya repoblado con ellos la parte alta del Nano y se conserve en la reserva natural del Parque Granja Escuela Rey Felipe VI un buen grupo de ellos. Igualmente,
- 17 ejemplares de jara blanca (*Cistus albidus*) citados en el informe de 2019 y presentes en julio de este 2023 (de esta especie solo nos quedan ahora ejemplares en el interior del cuartel del Polvorín),
- 5 de torvizco (*Daphne gnidium*), especie que hemos de considerar extinta en nuestra flora silvestre.
- 1 de los dos ejemplares de araar que conservaba la ZEC (*Tetraclinis articulata*),
- 22 ejemplares de la joya más valiosa de nuestra flora, la jarilla cabeza de gato (*Helianthemum caput-felis*), presente en los Anexos II y IV de la Directiva Hábitat.

DETERIORO EDAFOLÓGICO

Tras una primera etapa de estudio del impacto de las obras sobre la biodiversidad de la ZEC marítimo-terrestre de Aguadú, abordamos los efectos sobre el suelo como ente natural. El suelo es el hábitat de un sinfín de organismos, que incluyen vegetales, vertebrados, insectos, arácnidos, anélidos, nemátodos, protozoarios, hongos, bacterias... Estos organismos interactúan entre sí y con los componentes abióticos del suelo estableciendo una red de relaciones entre ellos y una deseada diversidad ecológica (FAO, 2016). Estas redes juegan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la degradación de sustancias contaminantes, la formación y estabilidad de la estructura del suelo, regulando los cambios ambientales producidos por el estrés, la sequía, las inundaciones, la escasez de alimento y los contaminantes (USDA, 2015).

En esta zona litoral de la ZEC de Aguadú, las actuaciones realizadas desde agosto de 2023 han estado marcadas por el tránsito de vehículos, el empleo de maquinaria pesada en desmontes y movimientos de tierra, la emisión de polvo, ruidos, vibraciones, y la destrucción de la masa

vegetal. Así, el suelo ha sufrido una drástica degradación físico-química, como nos muestran los datos analíticos recogidos en la tabla de la figura 48, y una debacle desde el punto de vista geomorfológico. La alteración del relieve ha sido evidente, principalmente por el aumento de las pendientes de los taludes de muchas áreas. Esto, evidentemente, generará futuras inestabilidades: aumento de la erosión y los deslizamientos coadyuvados por los fuertes vientos propios del lugar y, sobre todo, por la escorrentía superficial producida por las periódicas lluvias torrenciales mediterráneas, y antes frenados por la importante masa vegetal. Además, la estructura de las rocas de la ladera natural ha sido modificada a través de traslados petrológicos a zonas más cercanas al litoral marino.

En lo referente a la estratificación edáfica se ha provocado una importante deformación del terreno, destruyendo el espesor del suelo en buena parte de la zona natural protegida, especialmente de los horizontes superficiales O, A y B (epipedión), donde se desarrollan los sistemas radiculares de los vegetales y sobre la que se deposita inicialmente la materia orgánica. Con ello, el empeoramiento químico ha sido claro, con descenso acusado tanto de la materia orgánica, como de la concentración de macro y micronutrientes, y el desequilibrio en la relación C/N. Esa pérdida de materia orgánica humificada ha provocado una disminución de carbono de la biomasa microbiana y por tanto de la actividad biológica del suelo, lo que tendrá repercusión directa en el aumento de la temperatura del suelo y en la pérdida de capacidad hídrica de almacenamiento, sobre todo en el período estival. Todo lo anterior habrá que ser tenido en cuenta a la hora de diseñar y planificar futuras tareas de reforestación: naturaleza de los aportes de materia orgánica, presencia de endomicorrizas, velocidad de descomposición, relación C/N, condiciones del medio, etc.

La analítica realizada por la empresa LABCOLOR Laboratorio Agroalimentario (autorizada por la Consejería de Agricultura y Pesca, A-127 nº 04/04/PR/PSV) de 1500 gr de suelo recogido a unos 20 cm de profundidad en diciembre de 2013 muestra de forma clara la pérdida drástica de calidad edáfica. Basta con comparar esta analítica con la realizada en la zona alta de la ZEC (Barranco del Quemadero) que aparece en este mismo informe en la página 15 o con cualquiera de las otras parcelas de la ZEC del Nano analizadas, para darnos cuenta del desaguisado, sobre todo en los parámetros decisivos: materia orgánica que baja desde 1,84 % del Quemadero a 0,46 % de la zona

de obras, carbono orgánico total de 1,07 % a 0,27 %, y relación C/N de 11,2 % a 4,46 %, o sea la diferencia entre un suelo mediterráneo, el del Quemadero, con desarrollo de microorganismos y proceso de mineralización de la materia orgánica bien equilibrado, y otro, desde las obras iniciadas en agosto de 2013, totalmente degenerado.

RESULTADOS					
CATIONES DE CAMBIO					
Parámetros analizados	mgr/Kg	meq/100 g	%	Valores paramétricos	Proced./técnica
Magnesio	518,74	4,27	41,70	1,5-2,50 meq/100 g	ICP-MS
Calcio	936,46	4,67	45,61	9,0-10,5 meq/100 g	
Sodio	231,20	1,01	9,86	0,4-1,30 meq/100 g	
Potasio	113,49	0,29	2,83	0,5-1,20 meq/100 g	
Parámetros analizados		Resultados	Unidades	Valores paramétricos	Proced./técnica
Suma de cationes		10,24	meq/100 g		Cálculo
Relación Ca/Mg		1,09		4,0-6,0	
Relación K/Mg		0,07		0,3-0,8	
Na interc. (PSI)		9,82	%	≤ 10 %	
K asimilable		124,00	mgr/Kg	150-300 mg/Kg	
EXTRACTO SATURADO					
Parámetros analizados		Resultados	Unidades	Valores paramétricos	Proced./técnica
pH		8,15	Un. pH	6,5-7,5	Potenciometría
C.E. (25°)		8,82	mmhos/cm	0,0-0,4 mmhos/cm	Electrometría
P. saturación		35,29	%		Gravimetría
SAR		12,64			Cálculo
Presión osmótica		3,18	Atmósferas		Cálculo
CATIONES Y ANIONES					
Parámetros analizados	mg/l	mmol/l	meq/l	Valores paramétricos	Proced./técnica

Cloruros	2881,94	81,18	81,18	5,00-18,0 meq/l	Crom. iónica
Sulfatos	320,45	3,34	6,68	5,00-35,0 meq/l	
Nitratos	84,47	1,36	1,36	2,00-8,00 meq/l	
Magnesio	216,37	8,90	17,81	6,00-14,00 meq/l	ICP-MS
Calcio	382,93	9,55	19,11	11,00-25,00 meq/l	
Sodio	1249,08	54,31	54,31	4,00-17,00 meq/l	
Potasio	28,93	0,74	0,74	1,00-5,00 meq/l	
Parámetros analizados		Resultados	Unidades	Valores paramétricos	Proced./técnica
Relación Ca/Mg		1,07		1,50-3,00	Cálculo
Relación K/Ca		0,04		0,15-0,25	
Relación K/Mg		0,04		0,30-0,80	
PARÁMETROS DE FERTILIDAD					
Parámetros analizados		Resultados	Unidades	Valores paramétricos	Proced./técnica
Materia orgánica		0,46	%	1,50-2,50 %	Volumetría
Carbonatos totales		11,29	%	10,0-25,0 %	Calcímetro B.
Nitrógeno total		0,06	%	0,10-25,0	Volumetría
Nitrato nítrico		6,74	mg/Kg		Crom. iónica
Nitratos		29,84	mg/Kg		Crom. iónica
P soluble			mg/Kg	35-70 mg/Kg	UV-VIS
Relación C/N		4,46		8,5-11,5	Cálculo
Corgánico		0,27	%		
TEXTURA					
Parámetros analizados		Resultados	Unidades	Valores paramétricos	Proced./técnica
Arena		65,44	%		
Limo		23,28	%		
Arcilla		11,28	%		
Tipo textura			Franco-arenosa		Densimetría

Figura 48. Parámetros físico-químicos del suelo destruido



Figura 49. Especies ubiquistas sobre los escombros

En este mes de febrero de 2024 ya podemos afirmar con toda seguridad que los impactos ambientales producidos cambiarán durante décadas, si no a perpetuidad, la salud biológica de esta franja litoral de la ZEC de Aguadú. El suelo es ahora incapaz de sostener las funciones ecosistémicas y de responder a las perturbaciones ambientales propias del clima mediterráneo de tendencia subárida que caracteriza a la región de Melilla. De hecho, desde el mes de noviembre, el nuevo biotopo está siendo colonizado de forma profusa por especies herbáceas ubiquistas, oportunistas e invasoras: quenopodiáceas, solanáceas, oxalidáceas, compuestas, gramíneas, asfodelos... (Figura 49). La desaparición de gran parte de la masa vegetal que formaba la vegetación arbustiva de los hábitats protegidos, sobre todo de los *Matorrales halonitrófilos*, de los grandes ejemplares de lentisco, efedra, acebuches, sabina..., y la flora herbácea asociada, influirá también decisivamente en la fauna autóctona y endémica que tenían en estos matorrales su lugar ecológico.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cabello, J., Morata D., Otto, R., Fdez. Palacios, J.M., (2009). 5330 Matorrales termomediterráneos, matorrales suculentos canarios (macaronésicos) dominados por Euphorbias endémicas y nativas y tomillares semiáridos dominados por plumbagináceas y quenopodiáceas endémicas y nativas. En: AAVV.*Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Enrique Mirón, C., González García, J.A. y Cabo Hernández, J.M. (2016). *Valoración ambiental y seguimiento de especies protegidas de la ciudad de Melilla y peñones españoles en el norte de África* (Informe interno).
- Enrique Mirón, C., González García, J.A. y Cabo Hernández, J.M. (2017). *Valoración ambiental y seguimiento de especies protegidas de la ciudad de Melilla y peñones españoles en el norte de África* (Informe interno).
- Esteve, M.A., Ferrer, D., Ramírez-Díaz, L., Calvo, J.F., Suárez, M.L. y Vidal-Abarca, M.R. (1990). Restauración de la vegetación en ecosistemas áridos y semiáridos: algunas reflexiones ecológicas. *Ecología, Fuera de Serie* 1: 497-510.
- Esteve, M. A. (2009). 9570 Bosques de *Tetraclinis articulata*. En: AAVV:*Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- González García, J.A. y Enrique Mirón, C. (2018). *Estudio de hábitats y especies protegidas de las ZEC de Melilla y el litoral*. 1^{er} Informe Convenio UGR-Ciudad Autónoma de Melilla.
- González García, J.A. y Enrique Mirón, C. (2018). *Estudio de hábitats y especies protegidas de las ZEC de Melilla y el litoral*. 2^o Informe Convenio UGR-Ciudad Autónoma de Melilla.
- González García, J.A. y Enrique Mirón, C. (2019). *Estudio de hábitats y especies protegidas de las ZEC de Melilla y el litoral*. 3^{er} Informe Convenio UGR-Ciudad Autónoma de Melilla.
- Maestre Gil, F.T., Cortina Segarra, J. y Gil Polo, F. (2004). Repoblaciones de *Pinus halepensis* y restauración de ecosistemas en medio semiárido. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.*, 17: 181-186.

- Nicolás, M.J., Esteve, M.A., Palazón, J.A. y López Hernández, J.J. (2004). Modelo sobre las preferencias de hábitat a escala local de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters en una población del límite septentrional de su área de distribución. *Anales de Biología* 26: 157-167.
- Mota Poveda, J.F., Garrido Becerra, J.A. y Cañadas Sánchez, E.V., (2009). 1430 Matorrales halonitrófilos (*Pegano-Salsoletea*). En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Rey, P.J., Alcántara, J.M. y Fernández, J.M. (2009). 9320 Bosques de Olea y Ceratonia. En: VV. AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Ruiz Benito, P., Álvarez-Uria, P. & Zavala, M. A., (2009). 9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 112 p
- Sennen E.C. (1936). *Campagnes botaniques du Maroc oriental de 1930 à 1935 des frères Sennen et Mauricio*, EE.CC. Madrid.
- Yus, R, González, J.A., Jerez, D., García, H., Tapia, M., Gámez, S., Torres, M.A., Bueno, I. y Cabo, J.M. (2013). Tomo IV. Melilla (in: Yus, R. y Cabo J.M. *Historia Natural de la Región de Melilla* (Guelaya, Alborán y Chafarinas). Melilla: Fundación Gaselec.