

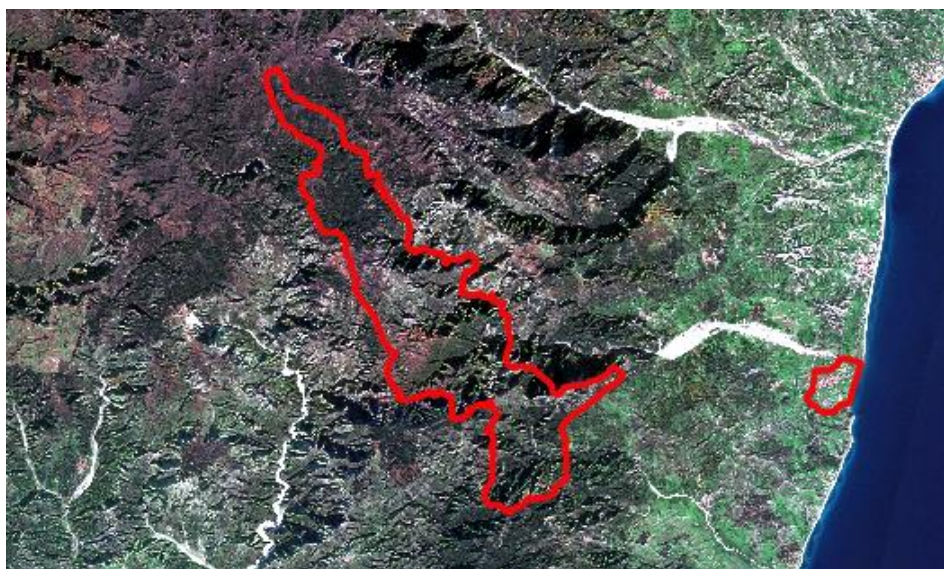


**Università degli Studi “Mediterranea” di Reggio Calabria**  
**Dipartimento di Agraria**

ANALISI E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DEI SISTEMI RURALI  
Corso di laurea magistrale LM-69

---

Change Detection del comune di Africo  
tra il 1990 e il 2018



Prof. Salvatore PRATICO'

A cura di  
Teresa PRATTICÒ

---

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

## Sommario

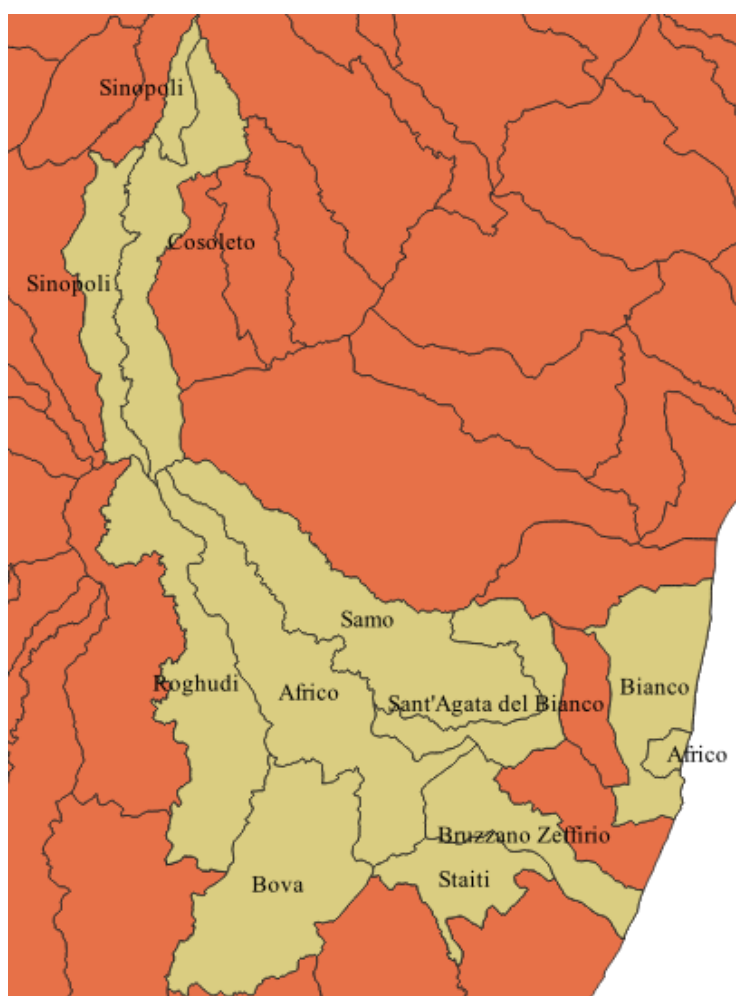
INTRODUZIONE .....	1
L'AREA DI STUDIO: AFRICO .....	2
AFRICO VECCHIO .....	2
AFRICO NUOVO .....	2
MOTIVAZIONE DELLA SCELTA .....	2
CHANGE DETECTION.....	3
CENNI TEORICI .....	3
DESCRIZIONE COMUNE.....	3
ALTIMETRIA.....	3
PENDENZA .....	3
ESPOSIZIONE .....	3
GEOLOGICA .....	4
CLC: CORINE LAND COVER .....	6
INDICI DI VEGETAZIONE .....	11
CONFRONTO TRA 1990 E 2018 .....	12
MATRICE DI TRANSIZIONE.....	15
CONCLUSIONI.....	15
CARTOGRAFIA.....	16

## INTRODUZIONE

Il lavoro di tale relazione è incentrato sullo studio dei cambiamenti verificatisi nel comune di Africo tra il 1990 e il 2018. Nello specifico si è svolta la “**change detection**” sia per il paese attualmente abitato, Africo Nuovo, sia per il paese di origine, Africo Vecchio.

Il comune di Africo è diviso infatti in due parti situate a notevole distanza l'una dall'altra. La prima delle due è costituita da un piccolo insieme di case poste nel comune di Bianco e si affaccia direttamente sul Mar Jonio, la seconda si trova sulle pendici dell'Aspromonte, dove rimangono i ruderi dei borghi di Africo Vecchio e Casalnuovo.

Nella fig. 1 è possibile osservare i comuni limitrofi ad entrambe le parti.



*Figura 1 Comuni limitrofi ai due paesi*

## L'AREA DI STUDIO: AFRICO

### AFRICO VECCHIO

Fondato nel IX secolo a.C. dagli abitanti dell'antica Delia, colonia locrese situata alla foce della fiumara San Pasquale. Il suo nome ha origini greche, ἀπριχος (aprichos) luogo luminoso, posto al sole.

Nel corso dei secoli fu associata al Casale di Bova. Dopo la fine del feudalesimo divenne comune autonomo, vedendosi assegnata anche la frazione di Casalnuovo. Il consolidamento del territorio, predisposto dallo stato italiano nel 1930, fu però seguito dalla sua stessa distruzione dovuta all'alluvione del 1951. Infatti, il 18 ottobre di quell'anno, l'antico sito del borgo venne travolto da un fiume di detriti di fango; tutto quello che aveva resistito per secoli fu cancellato dalla forza della natura.

Il governo dell'epoca propose una ricostruzione dell'interno paese sulla costa a oltre diciotto chilometri di distanza da quella che oggi è chiamata Africo Vecchia (fig.2). Uno sradicamento doloroso che spostò la maggior parte della comunità degli africesi nell'attuale sito che prende il nome di Africo Nuovo, solo un numero esiguo di famiglie rifiutò il trasferimento verso la marina, abitando ancora oggi gli alloggi costruiti in località Campusa.

### AFRICO NUOVO

Africo Nuovo (fig. 3) nasce dallo spostamento di Africo Vecchio e della sua frazione di Casalnuovo. Il nuovo insediamento abitativo venne costruito ex novo presso "Lacco della quercia", una zona compresa tra Capo Bruzzano e fiumara La Verde.

Incantevole ed incontaminata la sua spiaggia, notissima la scogliera e le meravigliose "vasche" di Africo dove lo Jonio disegna colori unici in acque cristalline.



*Figura 2 Immagine satellitare di Africo Vecchio*



*Figura 3 Immagine satellitare di Africo Nuovo*

## MOTIVAZIONE DELLA SCELTA

La scelta di tale analisi è incentrata sullo studio dei cambiamenti tra due luoghi completamente diversi sia per elementi descrittivi quali quote, pendenze ed esposizione che per le condizioni abitative, infatti ad oggi Africo Vecchio risulta essere praticamente disabitato.

## CHANGE DETECTION

### CENNI TEORICI

Per "change detection" si intende il processo di **identificazione dei cambiamenti** di un luogo in un particolare intervallo temporale, infatti il presupposto fondamentale del processo in questione è quello di stabilire tramite i dati telerilevati un cambiamento di copertura del suolo o della superficie. Il cambiamento di nostro interesse viene osservato per mezzo di un sensore e corrisponde a un cambiamento di risposta spettrale radiometrica, tale cambiamento spettrale deve essere sensibilmente più rilevante rispetto ai cambiamenti dovuti ad altri fattori, quali le condizioni atmosferiche al momento delle acquisizioni, o l'umidità dei suoli o ancora differenze nelle condizioni di acquisizione dei dati telerilevati. Nello specifico il **telerilevamento** rappresenta l'acquisizione, a distanza, di informazioni riguardo la superficie terrestre utilizzando piattaforme aeree e satellitari, tramite la radiazione elettromagnetica riflessa dalla terra.

Tramite la change detection è quindi possibile confrontare i cambiamenti avvenuti in un luogo in uno specifico intervallo temporale, ottenendo una matrice definita matrice di transizione che confronta appunto l'uso del suolo dei due anni considerati e gli ettari che negli stessi anni sono passati da un uso all'altro o che sono rimasti uguali.

### DESCRIZIONE COMUNE

La prima parte della relazione è incentrata sulla descrizione del comune. Nello specifico è stato richiesto il **DTM** (Digital Terrain Model) alla Regione Calabria, da questo si è potuto ricavare i dati di **altimetria**, **pendenza** ed **esposizione** di Africo Vecchio ed Africo Nuovo. Attraverso poi la **CLC** (Corine Land Cover) ottenuta dal sito Copernicus è stata effettuata una classificazione degli usi del suolo dei due paesi. Infine si è studiato, attraverso le carte **Geologica** e **Litologica** richieste alla Regione Calabria, le caratteristiche dei corpi rocciosi che caratterizzano i luoghi di interesse.

### ALTIMETRIA

Il comune di Africo Vecchio è caratterizzato da un'altimetria minima di 287 metri s.l.m. ed un'altimetria massima di 1848 metri s.l.m., situazione opposta si ha invece per il comune di Africo Nuovo che affaccia direttamente sul mar Jonio ed ha un'altimetria minima di 0 metri s.l.m. e un'altimetria massima di 115 metri s.l.m. (altimetria\_AfricoNuovo; altimetria\_AfricoVecchio)

### PENDENZA

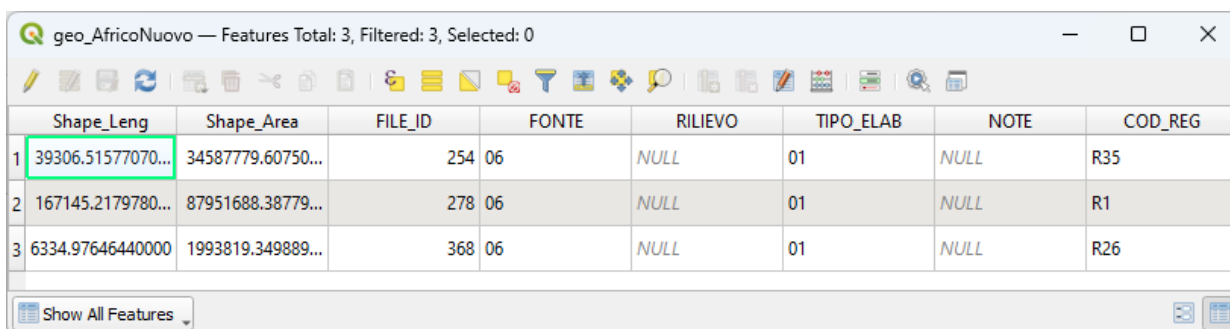
Africo vecchio ha una pendenza massima di 42° che corrisponde ad una pendenza del 90%. Africo nuovo ha una pendenza massima di 78° che corrisponde ad una pendenza del 190%. (pendenza\_AfricoNuovo; pendenza\_AfricoVecchio)

### ESPOSIZIONE

Africo vecchio ha un'esposizione media di 157° che corrisponde ad un'esposizione a sud-est, Africo nuovo ha un'esposizione di 161° gradi che corrisponde ad un'esposizione a sud-est. (esposizione\_AfricoNuovo; esposizione\_AfricoVecchio)

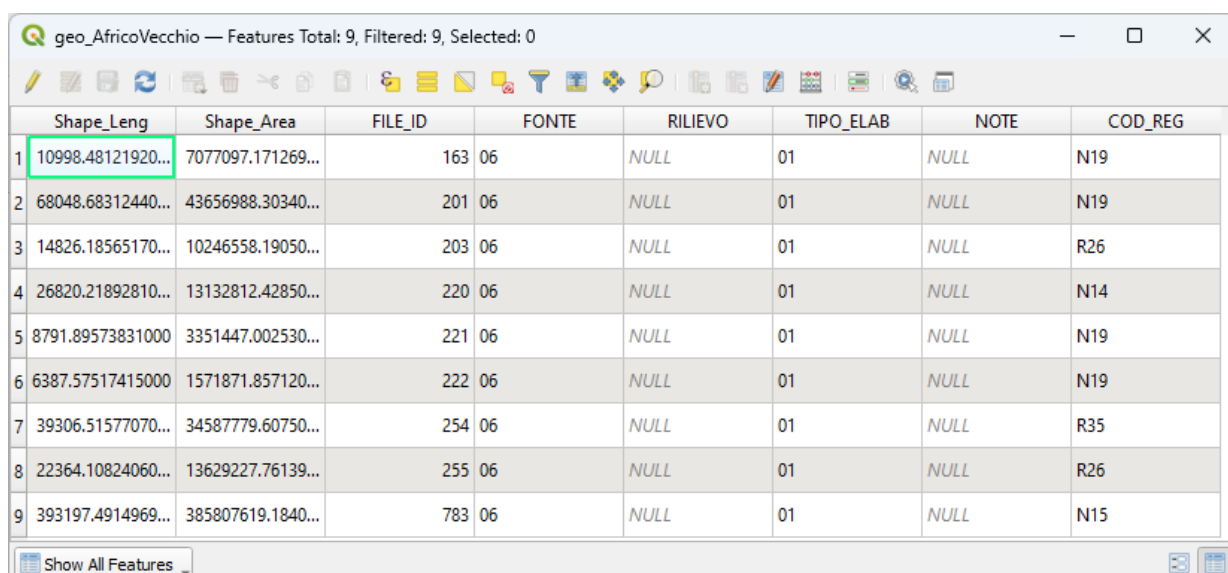
## GEOLOGICA

La carta geologica è la rappresentazione, su una base topografica, delle diverse rocce che ci sono sulla superficie terrestre, della loro disposizione spaziale e dei rapporti che esistono tra i diversi tipi di rocce. Nella Figura 4 e nella Figura 5 è possibile osservare rispettivamente la geologia di Africo Nuovo e di Africo Vecchio. Nella Tabella 1 è invece possibile osservare il significato di ogni codice. Infine è stata fatta una riclassificazione, per entrambi i paesi, in base al “COD\_REG” (geologica\_AfricoNuovo; geologica\_AfricoVecchio).



	Shape_Leng	Shape_Area	FILE_ID	FONTE	RILIEVO	TIPO_ELAB	NOTE	COD_REG
1	39306.51577070...	34587779.60750...	254	06	NULL	01	NULL	R35
2	167145.2179780...	87951688.38779...	278	06	NULL	01	NULL	R1
3	6334.97646440000	1993819.349889...	368	06	NULL	01	NULL	R26

Figura 3 Tabella attributi ricavata da QGIS riguardante la carta geologica di Africo Nuovo



	Shape_Leng	Shape_Area	FILE_ID	FONTE	RILIEVO	TIPO_ELAB	NOTE	COD_REG
1	10998.48121920...	7077097.171269...	163	06	NULL	01	NULL	N19
2	68048.68312440...	43656988.30340...	201	06	NULL	01	NULL	N19
3	14826.18565170...	10246558.19050...	203	06	NULL	01	NULL	R26
4	26820.21892810...	13132812.42850...	220	06	NULL	01	NULL	N14
5	8791.89573831000	3351447.002530...	221	06	NULL	01	NULL	N19
6	6387.57517415000	1571871.857120...	222	06	NULL	01	NULL	N19
7	39306.51577070...	34587779.60750...	254	06	NULL	01	NULL	R35
8	22364.10824060...	13629227.76139...	255	06	NULL	01	NULL	R26
9	393197.4914969...	385807619.1840...	783	06	NULL	01	NULL	N15

Figura 4 Tabella attributi ricavata da Qgis riguardante la carta geologica di Africo Vecchio

R1 - Detriti, depositi alluvionali e fluvioacustri, spiagge attuali (Olocene)
R26 - Unità arenacee e arenaceo-marnose (Miocene medio-inferiore)
R35 - Unità argillose ed argilloso-calcaree
N19 - Gneiss granitoidi (metamorfiti prealpine di vario grado)
N14 - Filladi, porfiroidi, marmi e scisti verdi (metamorfiti prealpine di basso grado)
N15 - Micascisti e paragneiss, filladi, marmi (metamorfiti prealpine di medio grado)

Tabella 1 Codici estrapolati dalla Carta Geologica

# LITOLOGICA

La carta litologica descrive le caratteristiche fisiche di una roccia. Nella Figura 6 e nella Figura 7 è possibile osservare le caratteristiche di entrambi i paesi, nella Tabella 2 è invece possibile osservare nello specifico cosa significano i diversi codici. È stata infine eseguita la riclassificazione dei due paesi in base al campo “**LITO\_TY**” (litologica\_AfricoNuovo; litologica\_AfricoVecchio).

	Shape_Leng	Shape_Area	FILE_ID	FONTE	RILIEVO	TIPO_ELAB	NOTE	LITO_TY	LITO_CLASS	LITO_ULF	LITO_ETA
1	37031.84796540...	24266760.28000...	197	06	NULL	01	NULL	02	06	057	26
2	304558.8305250...	89976298.53740...	350	06	NULL	01	NULL	26	24	001	80
3	5422.18719704000	508109.5322700...	351	06	NULL	01	NULL	01	01	030	23

Figura 5 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la carta litologica di Africo Nuovo

	Shape_Leng	Shape_Area	FILE_ID	FONTE	RILIEVO	TIPO_ELAB	NOTE	LITO_TY	LITO_CLASS	LITO_ULF	LITO_ETA
1	58175.89510800...	80311082.47290...	136	06	NULL	01	NULL	13	12	167	55
2	574146.9528260...	505851367.3109...	211	06	NULL	01	NULL	13	12	232	31
3	4952.51852558000	588443.5502509...	342	06	NULL	01	NULL	06	07	223	90
4	1410.38532672000	92791.49800430...	343	06	NULL	01	NULL	12	11	237	87
5	871.11969694500	55668.03138700...	347	06	NULL	01	NULL	01	01	030	23
6	120557.2350230...	156765959.5489...	373	06	NULL	01	NULL	13	12	169	55
7	5272.81889558000	1219729.810809...	396	06	NULL	01	NULL	12	11	237	87
8	2641.04831182000	328550.2112099...	402	06	NULL	01	NULL	06	07	223	90

Figura 6 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la carta litologica di Africo Vecchio

01 - arenarie
02 - argille caotiche
06 - complessi pelitico-arenacei
12 - filladi e micascisti
13 - gneiss
26 - terreni prevalentemente ghiaiosi

Tabella 2 Codici estrapolati dalla Carta Litologica



## CLC: CORINE LAND COVER

Dal sito Copernicus sono state scaricate le “Corine Land Cover” (CLC) riferite agli anni 1990 e 2018. Attraverso la funzione “Clip” di QGIS è stato eseguito prima il taglio delle CLC sulla Regione Calabria. Il file così creato è stato successivamente utilizzato per eseguire il ritaglio del paese di interesse. I due layer sono stati poi categorizzati in base ai codici dei due diversi anni, rispettivamente “code\_90” e “code\_18” (CUT\_AfricoNuovo\_1990; CUT\_AfricoNuovo\_2018; CUT\_AfricoVecchio\_1990; CUT\_AfricoVecchio\_2018).

Nelle figure sotto riportate è possibile osservare le tabelle attributi dei due paesi ottenute tramite la Corine Land Cover.

qlc\_AfricoNuovo\_1990 — Features Total: 11, Filtered: 11, Selected: 0

	OBJECTID	code_90	id	remark	Area_Ha	Shape_Leng	Shape_Area	area_ha_90
1	290000	112	EU-290000	NULL	62.31598528997...	5257.950885086...	623159.8528997...	57.167
2	291459	211	EU-291459	NULL	236.0574879150...	8774.733444209...	2360574.879150...	23.267
3	291459	211	EU-291459	NULL	236.0574879150...	8774.733444209...	2360574.879150...	1.275
4	291455	211	EU-291455	NULL	682.0467718299...	22784.59747075...	6820467.718299...	85.286
5	292463	222	EU-292463	NULL	63.81447018001...	4722.561409944...	638144.7018001...	62.382
6	293758	241	EU-293758	NULL	137.4841991550...	10166.25651001...	1374841.991550...	2.573
7	293758	241	EU-293758	NULL	137.4841991550...	10166.25651001...	1374841.991550...	0.012
8	293758	241	EU-293758	NULL	137.4841991550...	10166.25651001...	1374841.991550...	0.549
9	294808	243	EU-294808	NULL	313.5378671249...	18440.96736380...	3135378.671249...	8.080
10	298241	331	EU-298241	NULL	281.7559028401...	19689.78577286...	2817559.028401...	4.594
11	1599237	523	EU-1599237	NULL	20222956.44521...	21662163.98083...	202229564452.1...	1.865

Figura 7 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Nuovo al 1990

qlc\_AfricoNuovo\_2018 — Features Total: 11, Filtered: 11, Selected: 0

	OBJECTID	Code_18	Remark	Area_Ha	ID	Shape_Leng	Shape_Area	area_ha_18
1	606552	223	NULL	45.62616720003...	EU_606552	3447.544484818...	456261.6720003...	3.155
2	601915	211	NULL	229.4200452199...	EU_601915	7927.732079031...	2294200.452199...	23.258
3	601912	211	NULL	165.1084561349...	EU_601912	8101.654604729...	1651084.561349...	77.644
4	598553	112	NULL	76.00751877499...	EU_598553	6153.517541141...	760075.1877499...	65.492
5	612506	243	NULL	313.5382077199...	EU_612506	18440.91295301...	3135382.077199...	8.077
6	609811	242	NULL	63.81406516495...	EU_609811	4722.540786146...	638140.6516495...	62.387
7	608652	241	NULL	70.01143668503...	EU_608652	4857.825304724...	700114.3668503...	0.012
8	608652	241	NULL	70.01143668503...	EU_608652	4857.825304724...	700114.3668503...	0.549
9	627734	331	NULL	926.9587622301...	EU_627734	71061.02110863...	9269587.622301...	4.593
10	606552	223	NULL	45.62616720003...	EU_606552	3447.544484818...	456261.6720003...	0.002
11	236559	523	NULL	7054621.281828...	EU_236559	6213817.716437...	70546212818.27...	1.880

Figura 8 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Nuovo al 2018



qlc\_AfricoVecchio\_1990 — Features Total: 64, Filtered: 64, Selected: 0

	OBJECTID	code_90	id	remark	Area_Ha	Shape_Leng	Shape_Area	area_ha_90
1	293412	223	EU-293412	NULL	255.4810778199...	10748.17837310...	2554810.778199...	0.393
2	293474	231	EU-293474	NULL	270.9786496800...	13557.69069934...	2709786.496800...	42.423
3	293754	241	EU-293754	NULL	201.7085341749...	8772.964548990...	2017085.341749...	35.267
4	293754	241	EU-293754	NULL	201.7085341749...	8772.964548990...	2017085.341749...	4.101
5	294809	243	EU-294809	NULL	78.61840265000...	4216.183292449...	786184.0265000...	50.415
6	295274	311	EU-295274	NULL	718.3789543299...	33177.51112261...	7183789.543299...	3.694
7	295274	311	EU-295274	NULL	718.3789543299...	33177.51112261...	7183789.543299...	0.027
8	295274	311	EU-295274	NULL	718.3789543299...	33177.51112261...	7183789.543299...	0.056
9	295274	311	EU-295274	NULL	718.3789543299...	33177.51112261...	7183789.543299...	0.003
10	295274	311	EU-295274	NULL	718.3789543299...	33177.51112261...	7183789.543299...	96.085
11	295273	311	EU-295273	NULL	169.0339654099...	9005.133917793...	1690339.654099...	151.557
12	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	0.034
13	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	0.028
14	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	7.847
15	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	0.856
16	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	0.036
17	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	2.877
18	295261	311	EU-295261	NULL	5085.235710740...	166840.2262312...	50852357.10740...	1930.960
19	1600911	311	EU-1600911	NULL	5101.299827495...	168668.1897134...	51012998.27495...	16.248
20	1600911	311	EU-1600911	NULL	5101.299827495...	168668.1897134...	51012998.27495...	0.123

Figura 9 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 1990

21	295471	312	EU-295471	NULL	1962.751722454...	49563.45272382...	19627517.22454...	5.176
22	295471	312	EU-295471	NULL	1962.751722454...	49563.45272382...	19627517.22454...	1.993
23	295471	312	EU-295471	NULL	1962.751722454...	49563.45272382...	19627517.22454...	0.374
24	295471	312	EU-295471	NULL	1962.751722454...	49563.45272382...	19627517.22454...	726.722
25	295457	312	EU-295457	NULL	473.2098146799...	21862.80194652...	4732098.146799...	0.653
26	295457	312	EU-295457	NULL	473.2098146799...	21862.80194652...	4732098.146799...	0.24
27	295457	312	EU-295457	NULL	473.2098146799...	21862.80194652...	4732098.146799...	4.694
28	295457	312	EU-295457	NULL	473.2098146799...	21862.80194652...	4732098.146799...	3.034
29	295457	312	EU-295457	NULL	473.2098146799...	21862.80194652...	4732098.146799...	83.649
30	1600918	313	EU-1600918	NULL	3829.193004169...	104451.3589729...	38291930.04169...	42.948
31	1600918	313	EU-1600918	NULL	3829.193004169...	104451.3589729...	38291930.04169...	587.763
32	296694	321	EU-296694	NULL	96.83525237501...	5708.083117369...	968352.5237501...	0.653
33	296694	321	EU-296694	NULL	96.83525237501...	5708.083117369...	968352.5237501...	0.091
34	296691	321	EU-296691	NULL	40.35171110000...	3922.854633033...	403517.1110000...	40.352
35	296668	321	EU-296668	NULL	62.68181968503...	7911.301149377...	626818.1968503...	47.432
36	296659	321	EU-296659	NULL	62.99059571489...	6716.015369680...	629905.9571489...	62.991
37	296656	321	EU-296656	NULL	119.7428378549...	9150.655256193...	1197428.378549...	97.098
38	296622	321	EU-296622	NULL	182.0564797299...	12390.76684685...	1820564.797299...	31.296
39	297036	322	EU-297036	NULL	150.5330511750...	11285.69054838...	1505330.511750...	89.006
40	297034	322	EU-297034	NULL	85.45491452500...	5546.368362049...	854549.1452500...	28.186

Figura 10 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 1990

41	297067	322	EU-297067	NULL	293.1666352200...	12400.31357287...	2931666.352200...	0.002
42	297067	322	EU-297067	NULL	293.1666352200...	12400.31357287...	2931666.352200...	0.353
43	297067	322	EU-297067	NULL	293.1666352200...	12400.31357287...	2931666.352200...	2.896
44	297063	322	EU-297063	NULL	250.8824531749...	16925.15907696...	2508824.531749...	0.308
45	297063	322	EU-297063	NULL	250.8824531749...	16925.15907696...	2508824.531749...	29.603
46	297063	322	EU-297063	NULL	250.8824531749...	16925.15907696...	2508824.531749...	0.009
47	297059	322	EU-297059	NULL	41.44453072504...	3605.422837201...	414445.3072504...	41.445
48	297058	322	EU-297058	NULL	33.14738121502...	4280.111648475...	331473.8121502...	33.147
49	297056	322	EU-297056	NULL	433.2657297150...	16988.40516312...	4332657.297150...	433.266
50	297038	322	EU-297038	NULL	49.62910169500...	3365.524919887...	496291.0169500...	49.629
51	297889	323	EU-297889	NULL	46.08294026504...	4414.786544744...	460829.4026504...	44.286
52	297885	323	EU-297885	NULL	98.77883031507...	4886.194426251...	987788.3031507...	1.365
53	298211	324	EU-298211	NULL	47.51246185996...	4939.894457179...	475124.6185996...	47.512
54	298205	324	EU-298205	NULL	38.12443466000...	3129.146213433...	381244.3466000...	0.008
55	298201	324	EU-298201	NULL	50.98860233502...	5101.587171447...	509886.0233502...	27.975
56	298196	324	EU-298196	NULL	31.28801215502...	2801.151170139...	312880.1215502...	31.288
57	298189	324	EU-298189	NULL	50.23852797995...	5095.110273382...	502385.2797995...	49.999
58	298169	324	EU-298169	NULL	62.08083499501...	4823.451683859...	620808.3499501...	31.239
59	298169	324	EU-298169	NULL	62.08083499501...	4823.451683859...	620808.3499501...	0.5
60	298242	331	EU-298242	NULL	46.00952300488...	7627.911578797...	460095.2300488...	28.446

Figura 11 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 1990

61	298240	331	EU-298240	NULL	54.42353086994...	8171.525821845...	544235.3086994...	5.414
62	298510	333	EU-298510	NULL	94.96539438007...	6026.916024789...	949653.9438007...	2.379
63	298509	333	EU-298509	NULL	28.28844270999...	2279.156964415...	282884.4270999...	13.647
64	298504	333	EU-298504	NULL	25.23358260504...	2854.060980805...	252335.8260504...	25.234

Show All Features

Figura 12 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 1990

qlc\_AfricoVecchio\_2018 — Features Total: 54, Filtered: 54, Selected: 0

	OBJECTID	Code_18	Remark	Area_Ha	ID	Shape_Leng	Shape_Area	area_ha_18
1	606559	223	NULL	255.4805082749...	EU_606559	10748.18708704...	2554805.082749...	0.394
2	608647	241	NULL	201.7079754999...	EU_608647	8772.980300375...	2017079.754999...	35.274
3	608647	241	NULL	201.7079754999...	EU_608647	8772.980300375...	2017079.754999...	4.106
4	612507	243	NULL	78.61803905498...	EU_612507	4216.164874093...	786180.3905498...	50.424
5	617727	311	NULL	2550.138059124...	EU_617727	84705.97004919...	25501380.59124...	0.003
6	617727	311	NULL	2550.138059124...	EU_617727	84705.97004919...	25501380.59124...	96.084
7	617714	311	NULL	169.0335631998...	EU_617714	9005.140857632...	1690335.631998...	151.566
8	617703	311	NULL	5280.582919170...	EU_617703	169367.7892589...	52805829.19170...	0.033
9	617703	311	NULL	5280.582919170...	EU_617703	169367.7892589...	52805829.19170...	0.852
10	617703	311	NULL	5280.582919170...	EU_617703	169367.7892589...	52805829.19170...	0.035
11	617703	311	NULL	5280.582919170...	EU_617703	169367.7892589...	52805829.19170...	2.876
12	617703	311	NULL	5280.582919170...	EU_617703	169367.7892589...	52805829.19170...	1923.087
13	617672	311	NULL	37.48572742000...	EU_617672	3730.436009892...	374857.2742000...	0.029
14	617672	311	NULL	37.48572742000...	EU_617672	3730.436009892...	374857.2742000...	7.843
15	620169	312	NULL	1535.242865339...	EU_620169	38226.25471759...	15352428.65339...	5.169
16	620169	312	NULL	1535.242865339...	EU_620169	38226.25471759...	15352428.65339...	1.991
17	620169	312	NULL	1535.242865339...	EU_620169	38226.25471759...	15352428.65339...	0.373
18	620169	312	NULL	1535.242865339...	EU_620169	38226.25471759...	15352428.65339...	726.695
19	620156	312	NULL	504.8075720951...	EU_620156	23969.34869044...	5048075.720951...	0.654
20	620156	312	NULL	504.8075720951...	EU_620156	23969.34869044...	5048075.720951...	0.241

Figura 13 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 2018

21	620156	312	NULL	504.8075720951...	EU_620156	23969.34869044...	5048075.720951...	4.693
22	620156	312	NULL	504.8075720951...	EU_620156	23969.34869044...	5048075.720951...	3.031
23	620156	312	NULL	504.8075720951...	EU_620156	23969.34869044...	5048075.720951...	82.925
24	621177	313	NULL	3389.053687549...	EU_621177	84251.87567503...	33890536.87549...	42.952
25	621177	313	NULL	3389.053687549...	EU_621177	84251.87567503...	33890536.87549...	587.779
26	622276	321	NULL	168.2370230299...	EU_622276	10730.07159772...	1682370.230299...	122.684
27	624336	323	NULL	548.2506368000...	EU_624336	26003.72006849...	5482506.368000...	29.607
28	624336	323	NULL	548.2506368000...	EU_624336	26003.72006849...	5482506.368000...	0.009
29	624336	323	NULL	548.2506368000...	EU_624336	26003.72006849...	5482506.368000...	2.734
30	624336	323	NULL	548.2506368000...	EU_624336	26003.72006849...	5482506.368000...	49.699
31	624332	323	NULL	41.44429029499...	EU_624332	3605.438048913...	414442.9029499...	41.444
32	624325	323	NULL	416.2694117899...	EU_624325	16734.97817341...	4162694.117899...	416.269
33	624305	323	NULL	188.6071821300...	EU_624305	9468.455609152...	1886071.821300...	88.079
34	624296	323	NULL	49.62899146504...	EU_624296	3365.541504672...	496289.9146504...	49.629
35	624288	323	NULL	150.5325766650...	EU_624288	11285.65446275...	1505325.766650...	89.000
36	624277	323	NULL	85.45506603501...	EU_624277	5546.341234943...	854550.6603501...	28.196
37	624336	323	NULL	548.2506368000...	EU_624336	26003.72006849...	5482506.368000...	0.307
38	625725	324	NULL	47.51254068495...	EU_625725	4939.915238657...	475125.4068495...	47.513
39	625721	324	NULL	301.2988763199...	EU_625721	11551.17021909...	3012988.763199...	34.985
40	625721	324	NULL	301.2988763199...	EU_625721	11551.17021909...	3012988.763199...	0.035

Figura 14 Tabella attributi ricavata da QGIS e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 2018

41	625721	324	NULL	301.2988763199...	EU_625721	11551.17021909...	3012988.763199...	0.057
42	625719	324	NULL	50.98823048500...	EU_625719	5101.597194218...	509882.3048500...	27.966
43	625710	324	NULL	50.23918728000...	EU_625710	5089.178953522...	502391.8728000...	49.998
44	625694	324	NULL	62.08073079999...	EU_625694	4823.430329171...	620807.3079999...	31.230
45	625694	324	NULL	62.08073079999...	EU_625694	4823.430329171...	620807.3079999...	0.498
46	627731	331	NULL	46.00906914501...	EU_627731	7627.933409317...	460090.6914501...	28.466
47	627728	331	NULL	54.42397696995...	EU_627728	8171.503085516...	544239.7696995...	5.417
48	628482	333	NULL	96.83474840005...	EU_628482	5708.034400360...	968347.4840005...	0.653
49	628482	333	NULL	96.83474840005...	EU_628482	5708.034400360...	968347.4840005...	0.091
50	628479	333	NULL	40.35178461999...	EU_628479	3922.844314820...	403517.8461999...	40.352
51	628462	333	NULL	25.23344439502...	EU_628462	2854.021831776...	252334.4439502...	25.233
52	628457	333	NULL	62.68187026999...	EU_628457	7911.329541827...	626818.7026999...	47.435
53	628450	333	NULL	62.99005773505...	EU_628450	6716.044762483...	629900.5773505...	62.990
54	628429	333	NULL	182.0567254649...	EU_628429	12390.75962773...	1820567.254649...	31.287
<div>Show All Features</div>								

Figura 15 Tabella attributi ricavata da QGis e riguardante la CLC di Africo Vecchio al 2018

## INDICI DI VEGETAZIONE

Gli indici di vegetazione (Vegetation Indices-VI) sono utilizzati per effettuare indagini riguardo lo stato di salute della vegetazione, sono dati dalla combinazione di due bande e sono misure adimensionali derivanti dai dati radiometrici. Sono prevalentemente utilizzati per individuare la presenza e la quantità di vegetazione foto-sintetizzante presente all'interno dell'area ripresa. La maggior parte di tali indici sono basati sull'aumento della riflettanza della vegetazione nella regione del RE e del NIR, cambiamento caratteristico della vegetazione foto-sintetizzante. Esistono molti VI, tra questi quelli utilizzati per tale studio sono due: NDVI e NDRE.

### NDVI

Il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) è il VI più utilizzato è l'indice, questo viene calcolato tramite la normalizzazione del rapporto di due bande: quella del rosso e quella dell'infrarosso:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

La normalizzazione è fondamentale in quanto consente di ridurre gli effetti dovuti alla non uniforme illuminazione della scena.

L'NDVI ha valore compreso tra -1 e +1

### NDRE

Il Normalized Difference RedEdge Index (NDRE) sfrutta la normalizzazione della differenza di riflettanza tra NIR e RE. Il RedEdge (RE) è una banda che si trova tra rosso e infrarosso, ovvero tra i 700 e i 740 nm. La posizione del picco di riflettanza tra queste due regioni rappresenta un indicatore sensibile del contenuto di clorofilla. Infatti l'aumento del contenuto di clorofilla porta ad un allargamento della regione di assorbimento che causa uno spostamento di RE verso il NIR. Viceversa la diminuzione del contenuto di clorofilla porta ad un avvicinamento del RE verso la regione del rosso.

$$NDRE = \frac{NIR - RE}{NIR + RE}$$

In tale relazione l'ottenimento di tali indici è stato possibile grazie all'utilizzo di due immagini satellitari, una invernale (con data 25/12/2022) ed una estiva (con data 11/09/2023). Entrambe le immagini sono state estrapolate dal portale Copernicus, dove sono disponibili le immagini del satellite Sentinel-2A. Tale satellite rientra nella missione Sentinel portata avanti dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea)

Le immagini scelte presentano una copertura nuvolosa minore del 10%.

Una volta scaricate le immagini è stato utilizzato SNAP per il subset delle stesse, in modo da esportare su QGis solamente il comune di interesse caratterizzato dalle bande da B1 a B12.

Dopo aver calcolato i due indici è stato ricavato il delta di entrambi.

(delta\_NDVI\_AfricoNuovo; delta\_NDRE\_AfricoNuovo; delta\_NDVI\_AfricoVecchio; delta\_NDRE\_AfricoVecchio).

## CONFRONTO TRA 1990 E 2018

Una volta ottenute le CLC del 1990 e del 2018 è stata effettuata una prima descrizione di confronto tra gli usi del suolo dei due anni per entrambi i paesi. I dati ottenuti sono stati riportati su un foglio Excel in modo da creare tre diversi grafici. Nel primo viene rappresentata la CLC del 1990, nel secondo la CLC del 2018 e nel terzo la differenza tra le prime due. Tramite il terzo grafico è possibile farsi già un'idea iniziale dei cambiamenti avvenuti nell'intervallo di tempo considerato.

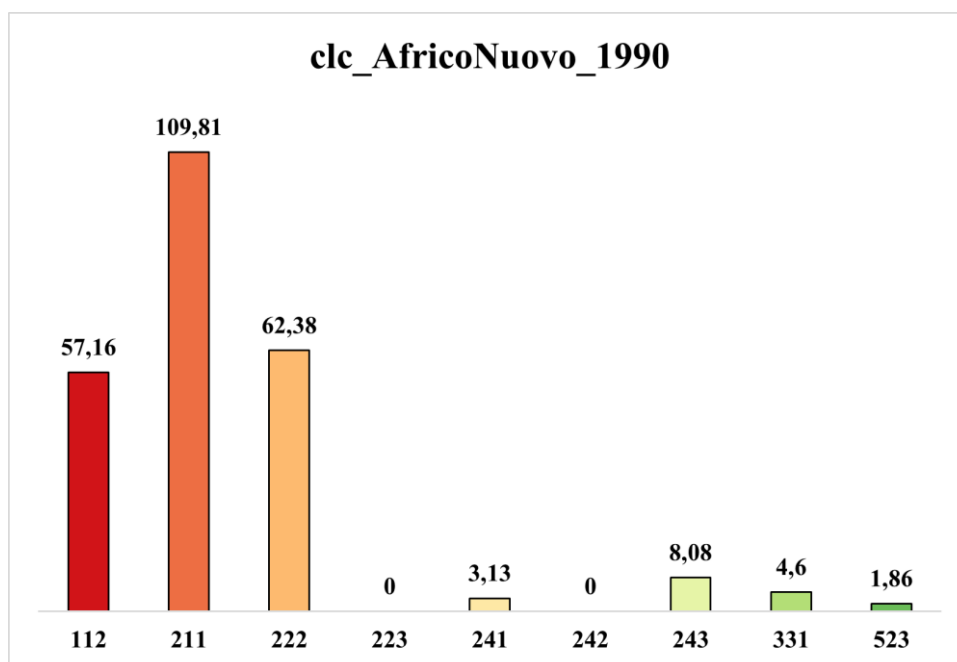


Figura 16 Grafico della CLC di Africo Nuovo al 1990

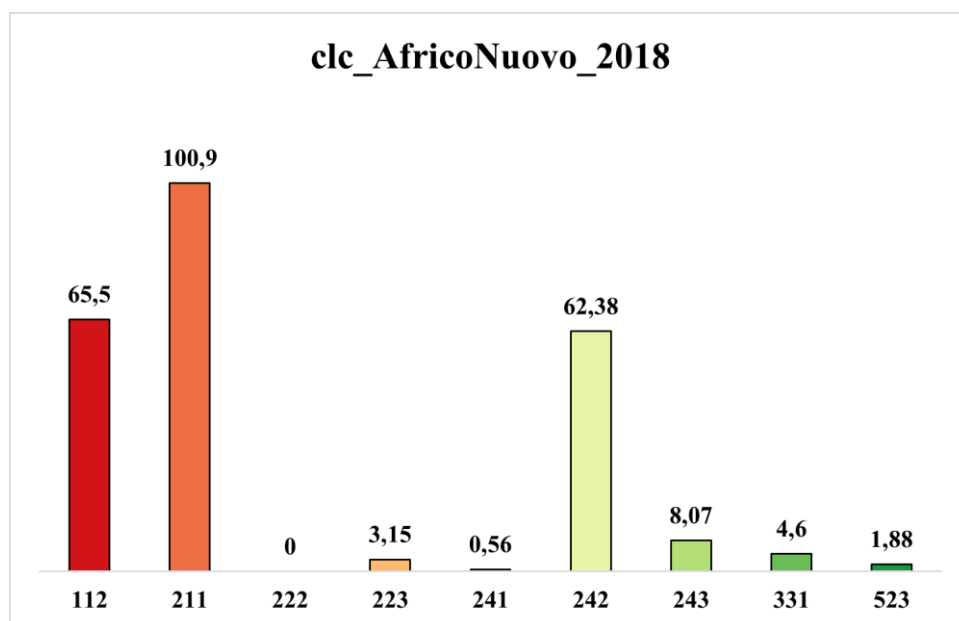


Figura 17 Grafico della CLC di Africo Nuovo al 2018

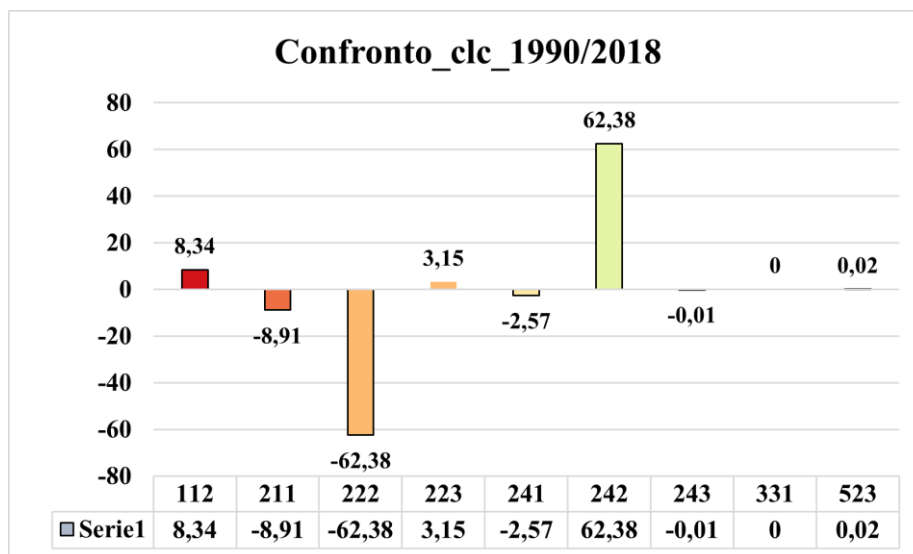


Figura 18 Confronto della CLC tra il 1990 e il 2018 di Africo Nuovo

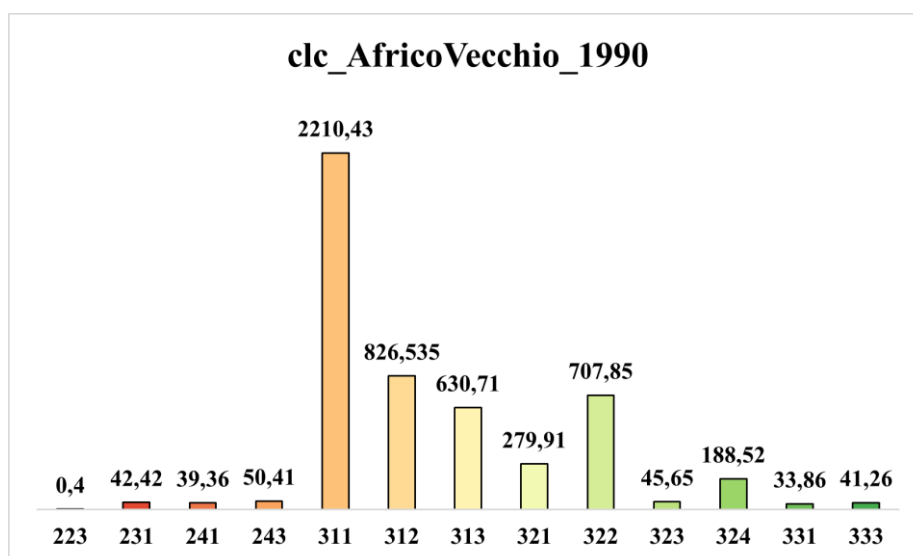


Figura 19 Grafico della CLC di Africo Vecchio al 1990

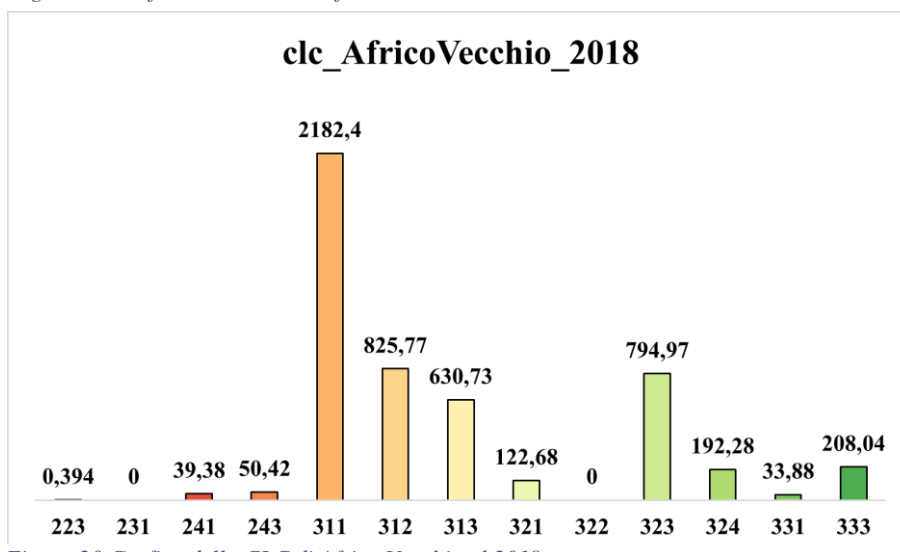


Figura 20 Grafico della CLC di Africo Vecchio al 2018



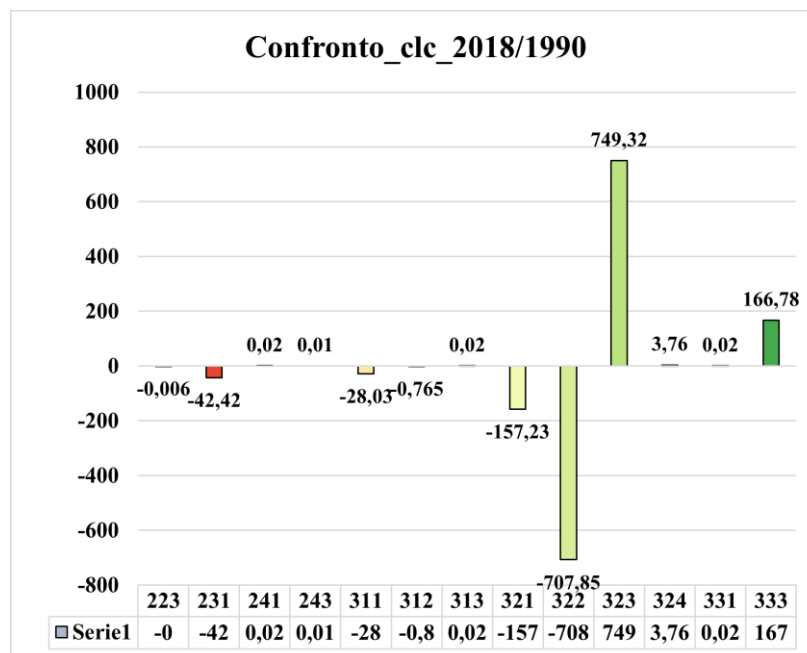


Figura 21 Grafico di confronto della CLC al 1990 e al 2018 di Africo Vecchio

## MATRICE DI TRANSIZIONE

Tale matrice ci consente di evidenziare le aree che sono cambiate in uno specifico intervallo di tempo. Essa infatti confronta gli usi del suolo al 1990 e gli usi del suolo al 2018. Quella evidenziata è definita come diagonale di persistenza e indica appunto le aree di persistenza, ovvero quelle aree che non hanno subito alcuna modifica tra i due anni.

1990/2018	112	211	222	223	241	242	243	331	523	TOTALE
112	57,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,15
211	0,00	100,90	0,00	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104,05
222	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,38	0,00	0,00	0,00	62,38
223	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
241	0,00	0,00	0,00	2,57	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12
242	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
243	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,07	0,00	0,00	8,07
331	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	0,00	4,60
523	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	246,97	246,97
TOTALE	57,15	100,90	0,00	5,72	0,55	62,38	8,07	4,60	246,97	

Tabella 3 Matrice di transizione di Africo Nuovo

1990/2018	223	231	241	243	311	312	313	321	322	323	324	331	333	TOTALE
223	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39
231	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,41	0,00	0,00	0,00	42,41
241	0,00	0,00	39,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,36
243	0,00	0,00	0,00	50,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,41
311	0,00	0,00	0,00	0,00	5080,02	0,00	0,00	24,86	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00	5108,57
312	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	825,71	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	826,44
313	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	630,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	630,67
321	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,08	0,00	0,00	0,00	0,00	182,65	279,73
322	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	690,72	0,00	0,00	0,00	707,72
323	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	0,00	0,00	45,64
324	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	188,43	0,00	0,00	188,43
331	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,85	0,00	33,85
333	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,02	0,00	0,00	25,22	41,24
TOTALE	0,39	0,00	39,36	50,41	5097,02	825,71	630,67	122,67	0,00	794,79	192,12	33,85	207,87	

Tabella 4 Matrice di transizione di Africo Vecchio

## CONCLUSIONI

Come si può evincere dai grafici sopra riportati e dalle matrici di transizione i cambiamenti hanno riguardato entrambi i paesi. Nello specifico nel comune di Africo Nuovo vi è stato il cambiamento di circa 62 ha che al 1990 risultavano avere codice 222 e al 2018 risultano avere codice 242. Un altro cambiamento seppur meno significativo si ha per il codice 223 che dagli 0 ha del 1990 passa ai circa 5 ha del 2018.

Anche nel comune di Africo Vecchio si sono verificati alcuni cambiamenti, tra cui il più significativo è sicuramente il passaggio del codice 323 dai 45 ha del 1990 ai quasi 795 ha del 2018 in seguito al cambiamento di 690 ha che dal codice 322 passano al codice 323. Altri cambiamenti si hanno poi per il codice 231 che si dissolve al 2018 passando da 42 ha a 0 ha. Un'altra modifica abbastanza significativa riguarda invece l'aumento del codice 333 in seguito alla trasformazione di circa 183 ha che al 1990 risultavano avere invece codice 321.

## **CARTOGRAFIA**

In tale sezione vengono riportare le diverse tavole create utilizzando QGis.

Ritroveremo quindi:

altimetria\_AfricoNuovo

altimetria\_AfricoVecchio

pendenza\_AfricoNuovo

pendenza\_AfricoVecchio

esposizione\_AfricoNuovo

esposizione\_AfricoVecchio

geologica\_AfricoNuovo

geologica\_AfricoVecchio

litologica\_AfricoNuovo

litologica\_AfricoVecchio

CLC\_AfricoNuovo\_1990

CLC\_AfricoNuovo\_2018

CLC\_AfricoVecchio\_1990

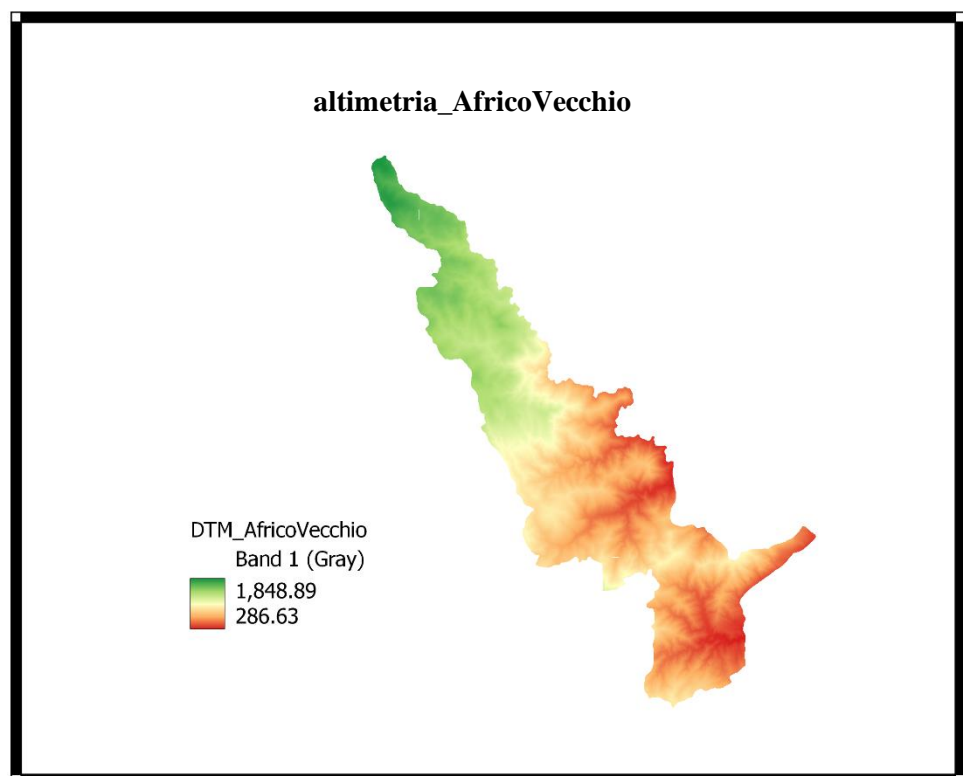
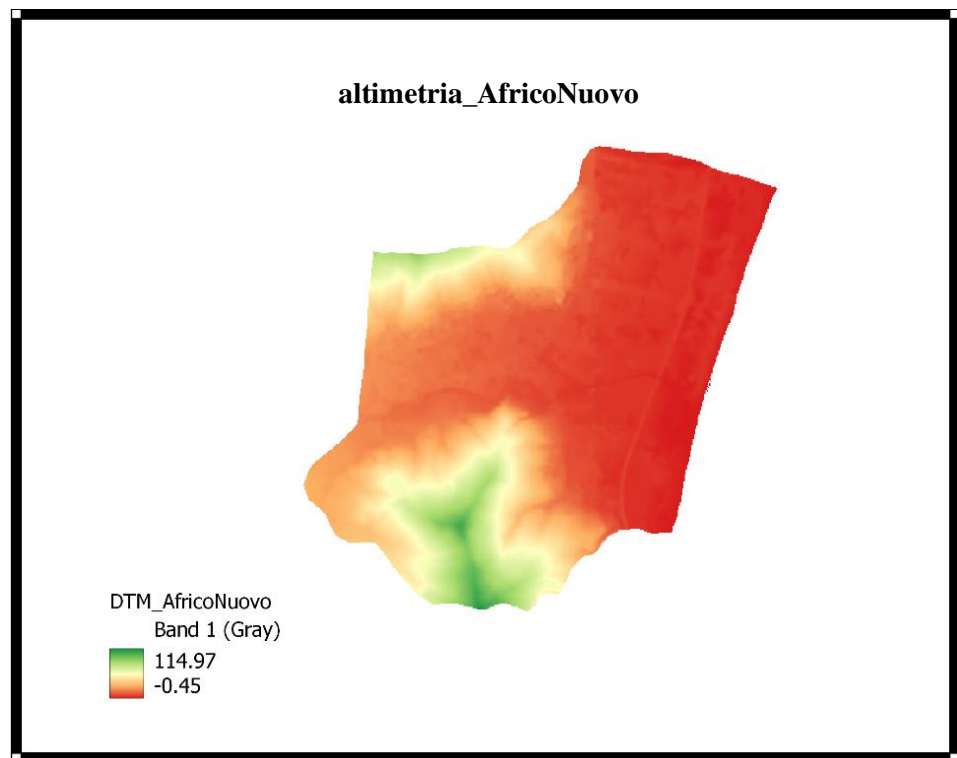
CLC\_AfricoVecchio\_2018

delta\_NDRE\_AfricoNuovo

delta\_NDRE\_AfricoVecchio

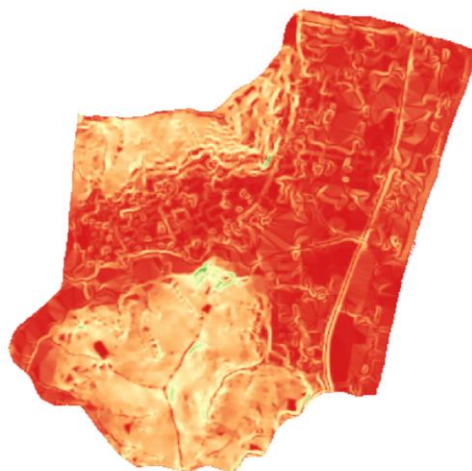
delta\_NDVI\_AfricoNuovo

delta\_NDVI\_AfricoVecchio



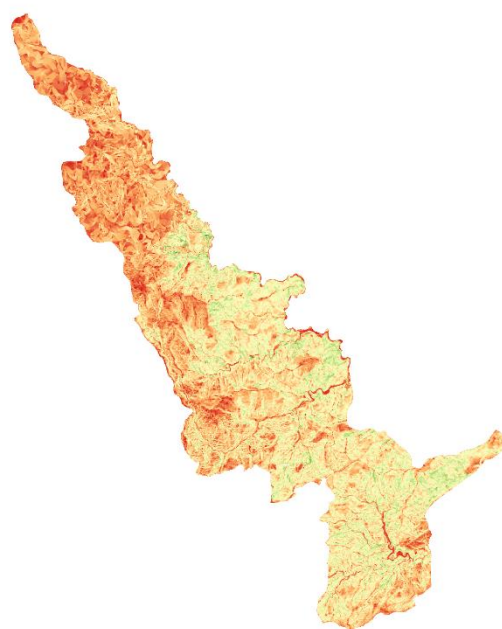
### pendenza\_AfricoNuovo

pendenza\_AfricoNuovo  
Band 1 (Gray)  
42  
0



### pendenza\_AfricoVecchio

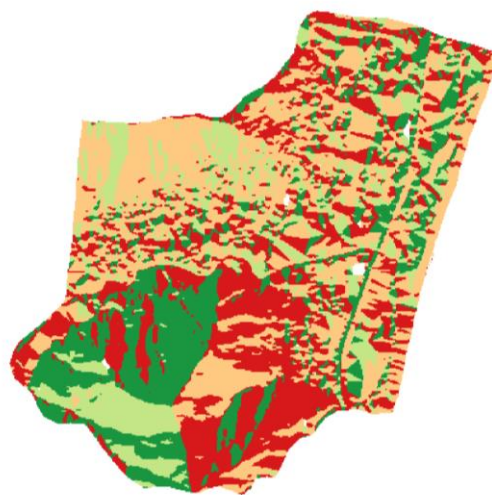
pendenza\_AfricoVecchio  
Band 1 (Gray)  
78.83  
0



### esposizione\_AfricoNuovo\_reclass

esposizione\_AfricoNuovo\_reclass  
Band 1 (Gray)

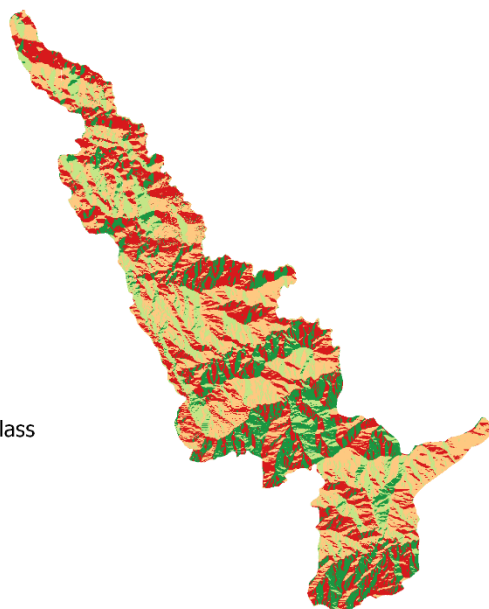
- N
- E
- S
- O

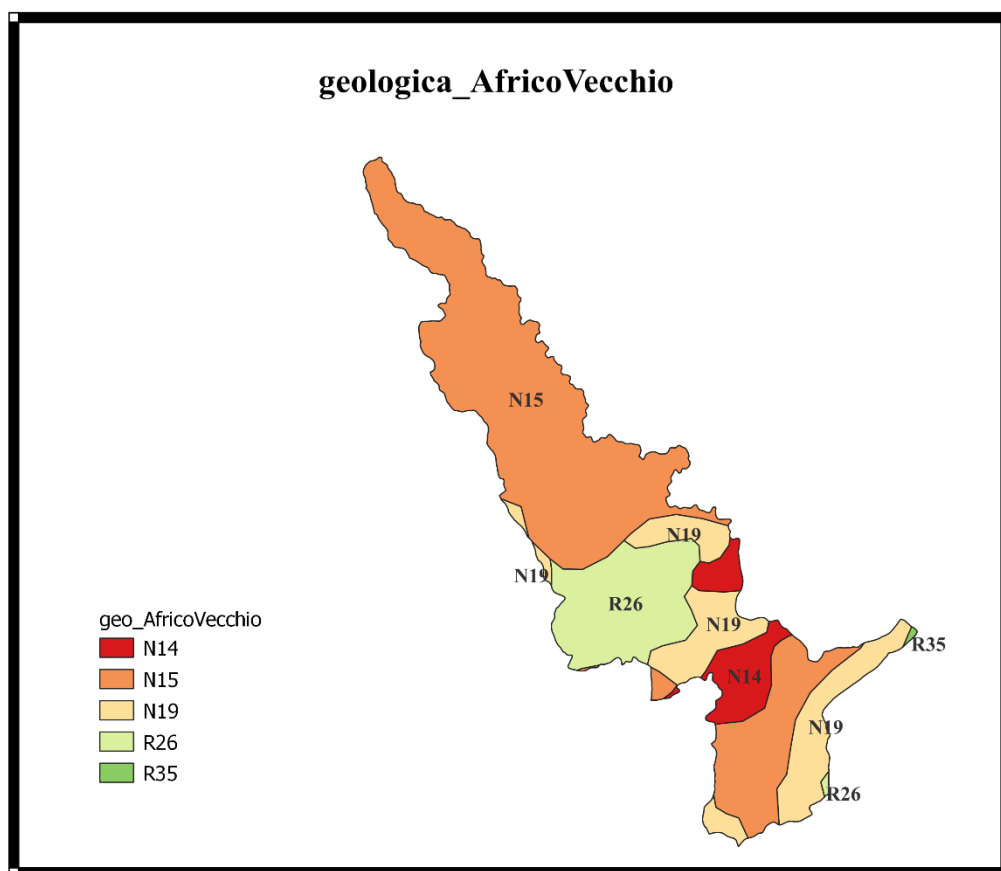
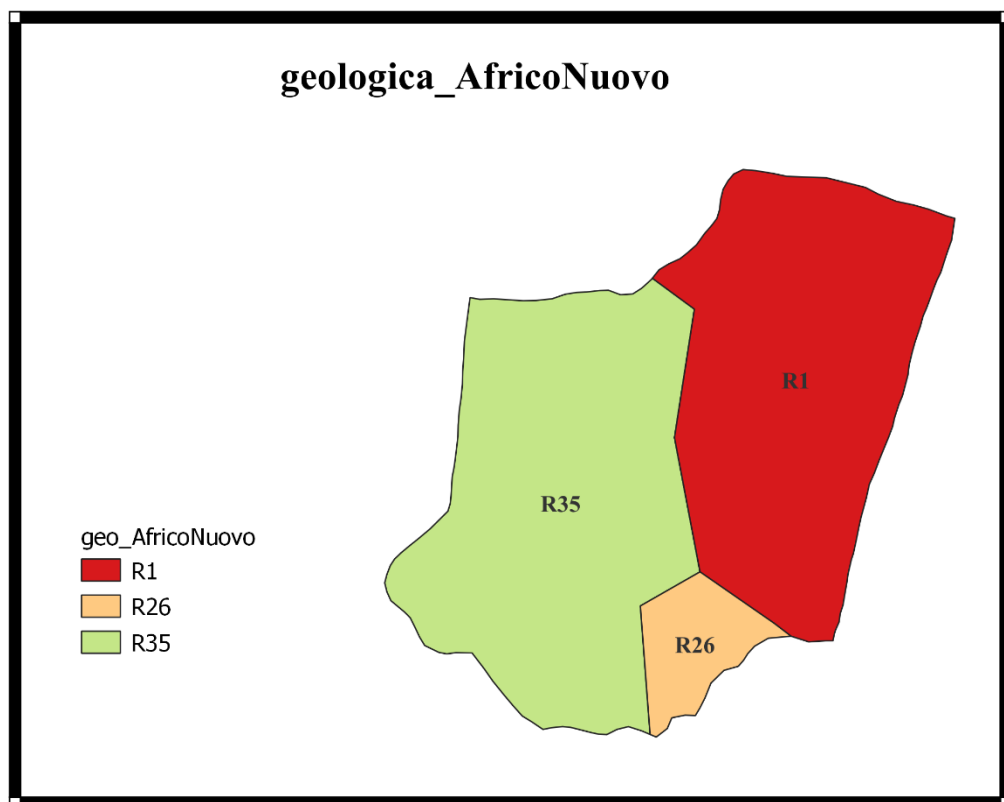


### esposizione\_AfricoVecchio\_reclass

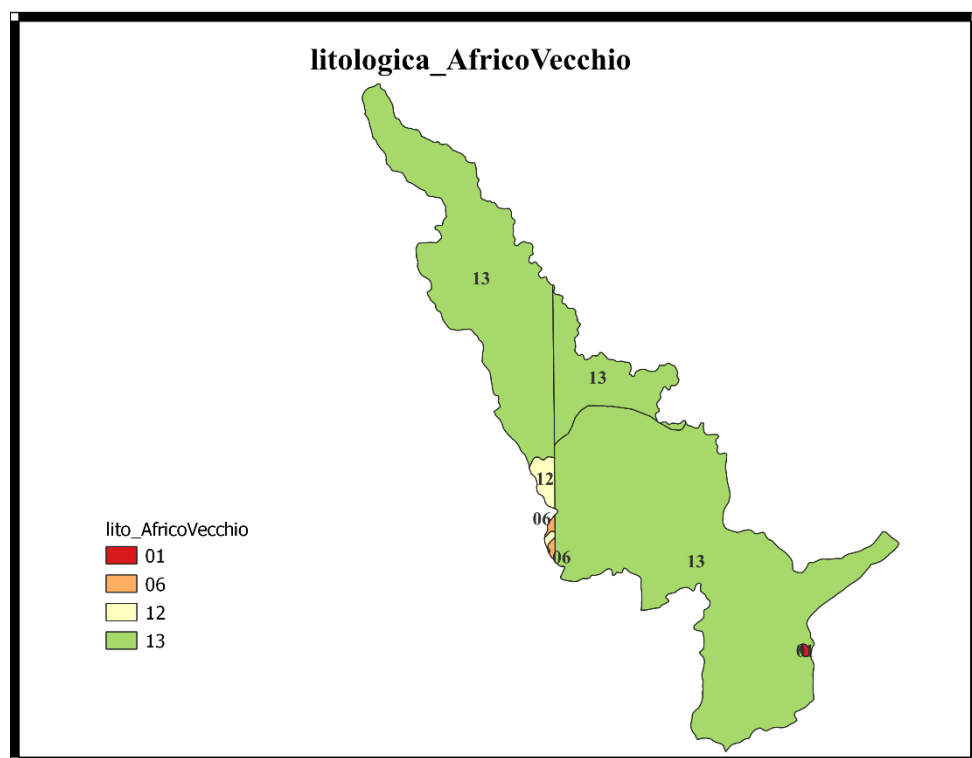
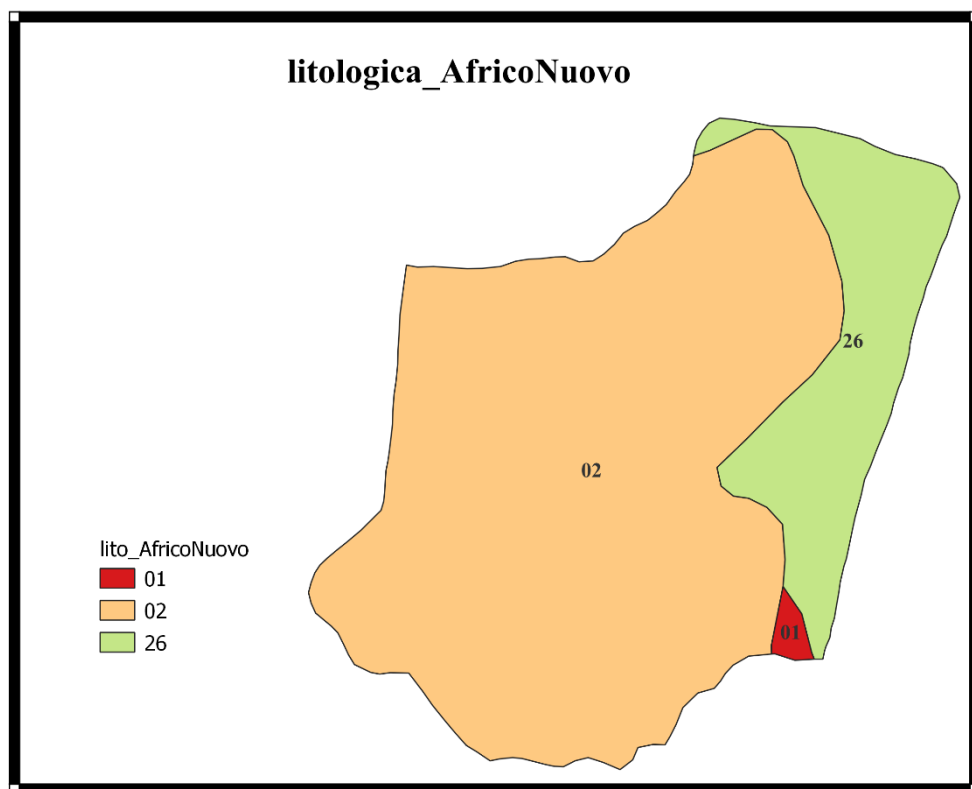
esposizione\_AfricoVecchio\_reclass  
Band 1 (Gray)

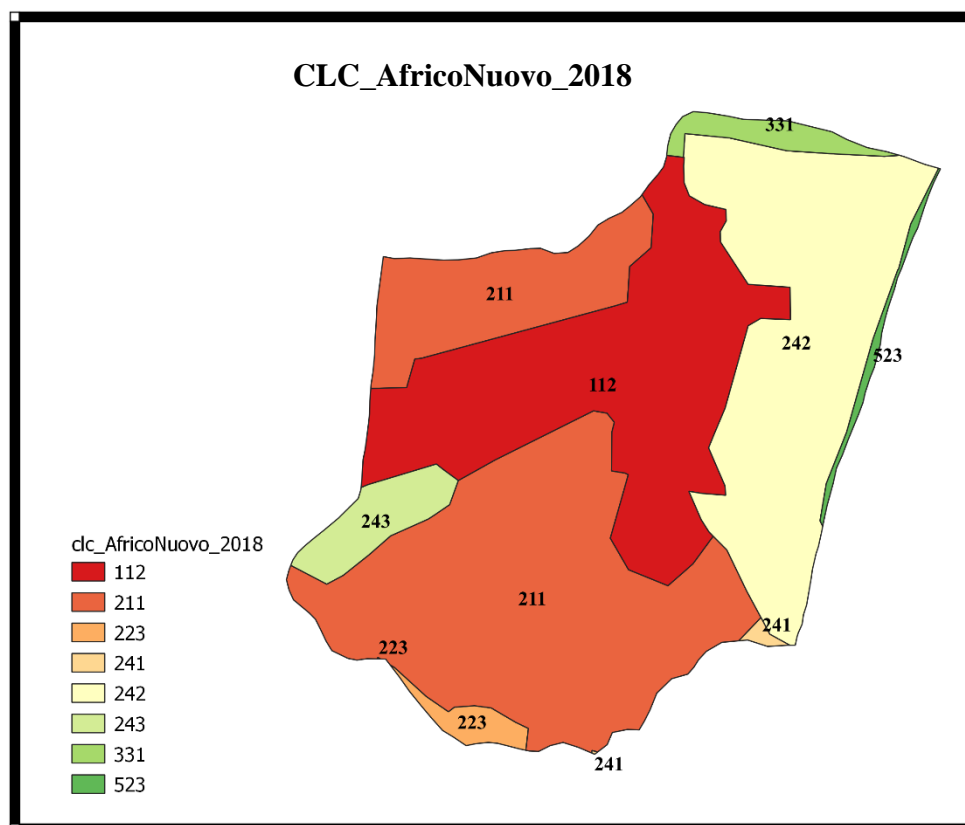
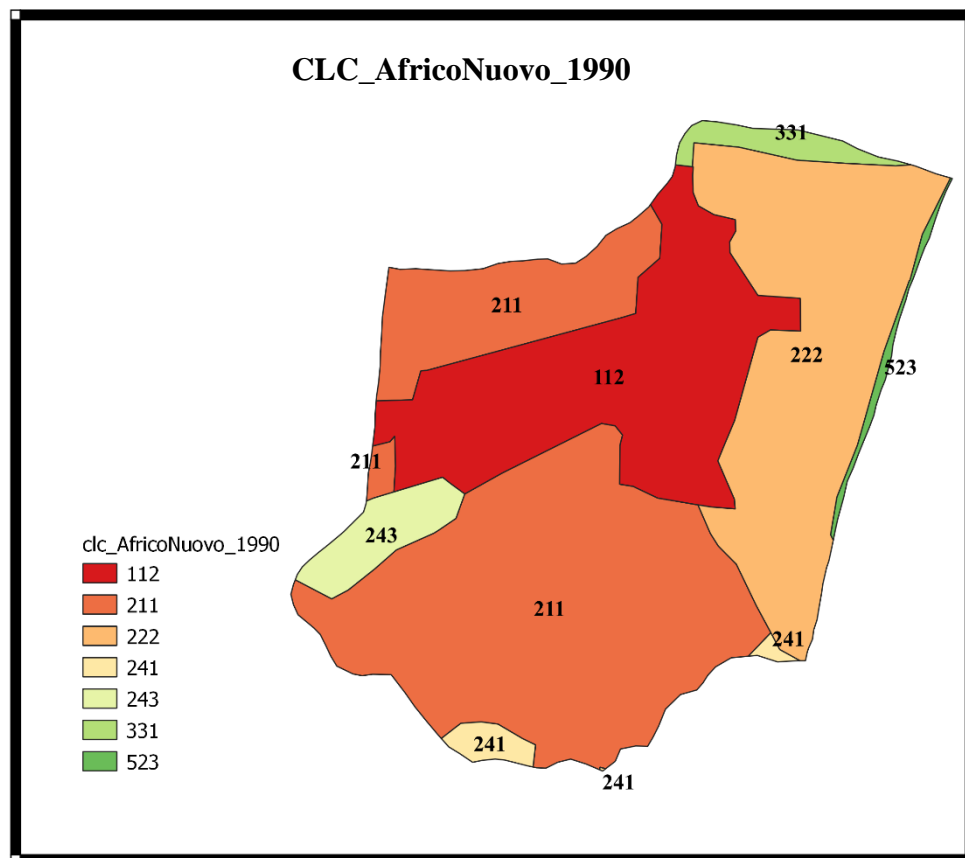
- N
- E
- S
- O



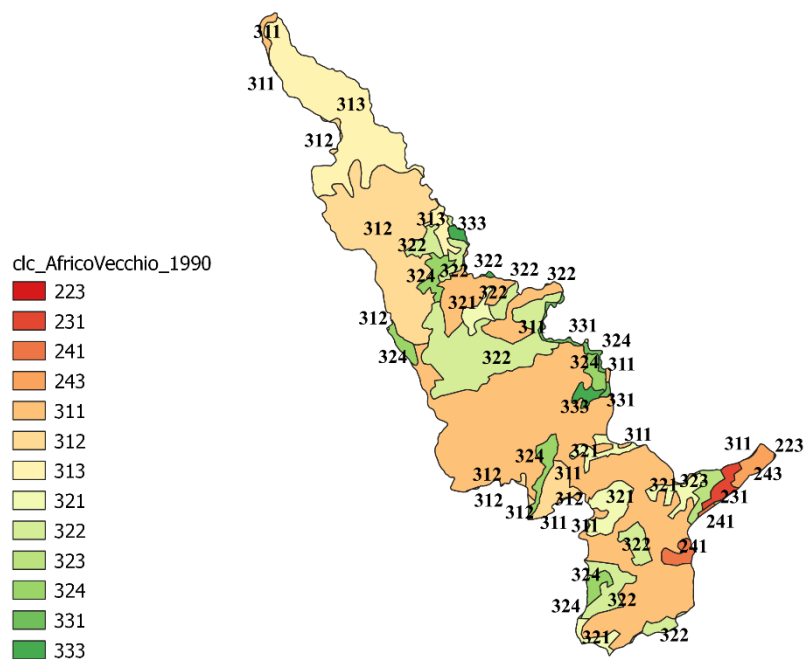




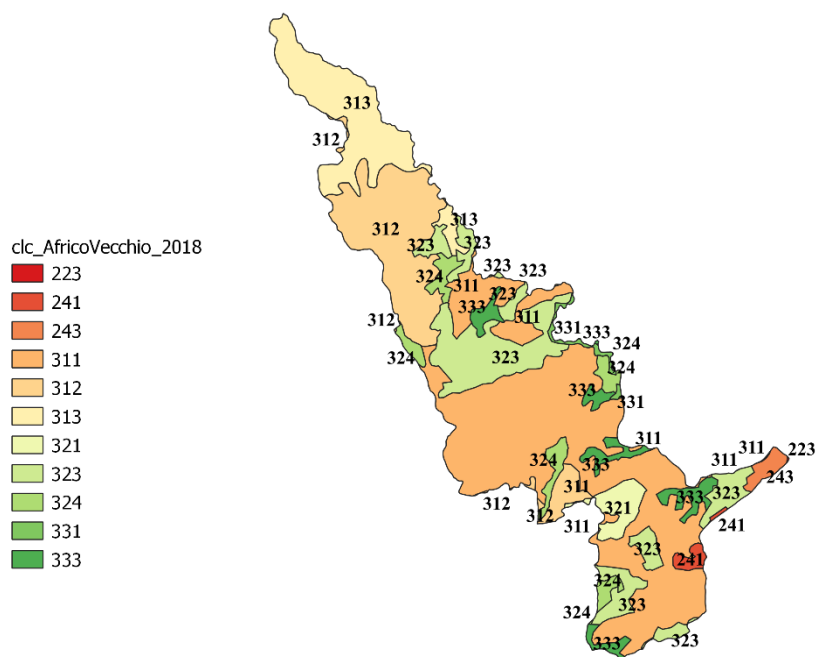




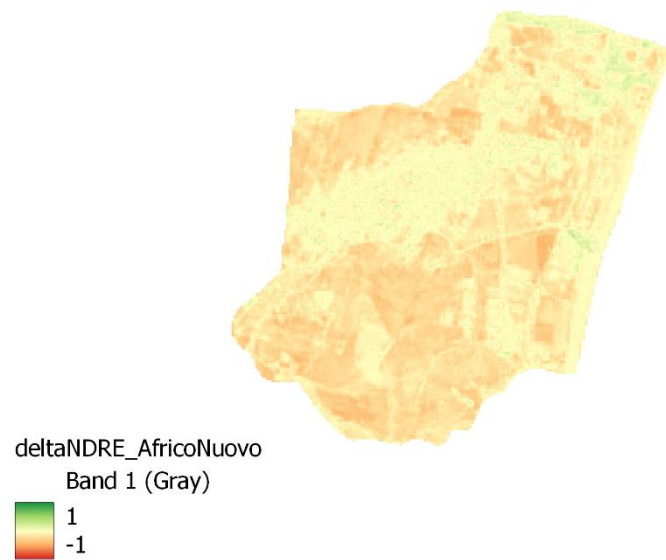
CLC\_AfricoVecchio\_1990



CLC\_AfricoVecchio\_2018



### delta\_NDRE\_AfricoNuovo



### delta\_NDRE\_AfricoVecchio

