

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA, EX-POST, DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ACQUE REFLUE INDUSTRIALI DI TOSSILO-MACOMER



SETTORE COMPLESSO DEPURAZIONE

RESPONSABILE DI SETTORE

DOTT. ANTONIO DEIDDA

RESPONSABILE U.O. INGEGNERIA MANUTENTIVA

ING. EMANUELE MELONI

RESPONSABILE U.O. AUTORIZZAZIONI ALLO
SCARICO

DOTT. DOMENICO FADDA

REDAZIONE

DOTTORE CHIMICO GIUSEPPE CARIA

TAVOLA

A

ELABORATO:

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE (S.P.A.)

REV.

DESCRIZIONE

DATA

ENTE RESPONSABILE DELLA
REDAZIONE DEL PIANO

REFERENTE

00

PRIMA REVISIONE

28.02.2024

ECOLOGICA SERVICE S.R.L.

DOTTORE CHIMICO GIUSEPPE CARIA

SOMMARIO

1	Dati identificativi dell'azienda.....	3
2	Premessa	3
3	Normativa di Riferimento	4
4	Ubicazione e Descrizione dell'unità produttiva	5
5	Vincolistica Territoriale	6
6	Descrizione Storica dell'Impianto Di Depurazione Delle Acque	24
6.1	Ampliamento.....	25
7	Descrizione Attuale Impianto Di Depurazione Delle Acque	27
8	Stato Di Fatto	30
9	Dati Di Calcolo	36
9.1	Carichi Ingresso Trattamento Biologico.....	36
9.2	Limiti In Uscita Sedimentatore Secondario.....	36
10	Descrizione del processo a biomassa sospesa per la rimozione del carbonio e dell'azoto...	37
11	Descrizione del processo a biomassa sospesa per la rimozione del carbonio e dell'azoto...	38
11.1	Carico del Fango o Fattore di Carico Organico (Fc).....	38
11.2	Influenza Dei Fattori Ambientali	41
11.3	Volume Minimo Di Denitrificazione [VDEN]	43
11.4	Volume Minimo di NITRIFICAZIONE [VNIT]	43
11.5	Richiesta di Ossigeno Disciolto	44
12	Dati Di Dimensionamento e Di Processo	45
13	Verifica Funzionale E Prestazionale - Area Di Lavoro	45
13.1	Rimozione Nutrienti (Pre-Denitrificazione)	45
13.2	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA.....	49
14	RISULTATI sulla Qualità dell'Effluente (uscita Sedimentatore Secondario)	51
15	Caratterizzazione acustica	51
15.1	Descrizione dei ricettori presenti nell'area.....	52
16	Emissioni in atmosfera	54
17	Rifiuti.....	55
18	Allegato 1	56

1 DATI IDENTIFICATIVI DELL'AZIENDA

SOCIETÀ	
Ragione sociale	Abbanoa S.p.A.
Sede Legale	Via Franco Straullu 35, 08100 Nuoro (NU)
Partita IVA	02934390929

RESPONSABILE DELL'ENTE CHE GESTISCE L'IMPIANTO	
Posizione	Responsabile legale
Cognome e Nome	Deidda Antonio
Luogo e data di nascita	Iglesias (CI) – 19 Giugno 1959
Residenza	Via Straullu 35 – 08100 Nuoro (NU)
Telefono	0784/213600

2 PREMESSA

Il presente Studio Preliminare Ambientale (S.P.A.) è parte integrante dell'istanza di verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale (VIA), ex post, ai sensi dell'art.29 del Decreto Legislativo 152/2006 e delle Direttive regionali approvate con Delibera della Giunta Regionale n. 11/75 del 2021 in materia di VIA, presentata della società ABBANO A S.p.A. (Gestore Unico del Servizio Idrico Integrato della Regione Sardegna) per l'impianto di depurazione di acque reflue industriali di Tossilo-Macomer al fine dell'ottenimento del rinnovo dell'Autorizzazione allo scarico nel Rio Tossilo (limiti di emissione di cui alle tabelle 1, 2, e 3, allegato 5 parte terza, del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii) e al trattamento biologico di rifiuti liquidi (D8) conferiti mediante autobotte presso il medesimo impianto (art. 110, comma 2, D.Lgs. 152/2006).

L'impianto, realizzato in due lotti successivi, è stato dimensionato per il trattamento sia dei liquami provenienti dagli abitati di Macomer, Birori, Bortigali e Borore, che dei reflui provenienti dai due agglomerati industriali di Tossilo e Bonu Trau. La capacità depurativa dell'impianto, stimata con orizzonte temporale al 2031, è pari a 132.714 abeq (29.414 utenze civili + 103.300 utenze produttive).

In merito ai due lotti, il primo è stato realizzato tra il 1976 e il 1978, con capacità depurativa corrispondente a circa 40.500 abeq, mentre il secondo tra il 1988 (secondo semestre) e il 1994.

Successivamente alla data del 03.07.1988, termine ultimo per recepire la Direttiva UE n. 85/337/CEE "concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati", il

depuratore è stato oggetto di significative modifiche, sia dal punto di vista impiantistico che funzionale, riconducibili ai seguenti interventi:

- esecuzione del lotto II, che ha comportato un incremento della capacità di trattamento dell’Impianto, da 40.500 abeq, a 132.714 abeq.
- ristrutturazione/adeguamento dell’Impianto, appaltati nel 2008, che tra l’altro contemplava la sostituzione di alcune apparecchiature quali la grigliatura, l’Installazione di una stazione di trattamento bottini, sostituzione sistema di aerazione vasche di ossidazione, realizzazione nuova sezione di nitrificazione – denitrificazione, realizzazione nuova sezione di defosfatazione, realizzazione nuova vasca di clorazione, realizzazione sistema di canalizzazioni e condotte di collegamento fra impianto esistente e nuove sezioni di trattamento, opere di viabilità interna e opere elettriche varie.

Gli interventi sopradescritti sono riconducibili al punto 8, lett. u, *“modifiche o estensioni di progetti di cui all’allegato A1 o all’allegato B1 già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere notevoli ripercussioni negative sull’ambiente (modifica o estensione non inclusa nell’allegato A1)”* dell’Allegato B1 alle Direttive regionali approvate con Delib.G.R. n. 11/75 del 2021, con riferimento alla categoria *“impianti di depurazione delle acque con potenzialità superiore a 10.000 abeq”*, di cui al punto 7, lett. s) del medesimo Allegato B1.

Dagli atti depositati presso l’Assessorato regionale della difesa dell’ambiente, non risulta essere stata presentata negli anni precedenti alcuna istanza di valutazione di impatto ambientale (Verifica/V.I.A.) e pertanto, ricorrono le condizioni per l’applicazione di quanto disposto dall’Art. 29, c. 3 del D.Lgs. 152/2006, al fine di avviare un procedimento di Verifica di assoggettabilità alla V.I.A., ex-post, ai sensi del medesimo Decreto Legislativo e delle Direttive regionali approvate con Delib. G.R. n. 11/75 del 2021.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente Relazione è stata redatta in conformità alle normative vigenti comunitarie, statali e regionali. In particolare è stata posta attenzione al rispetto della seguente normativa:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- Deliberazione Giunta Regionale n. 11/75 del 24.3.2021.
- Direttiva Regionale - Disciplina degli Scarichi.

4 UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'UNITÀ PRODUTTIVA

Il sito per il quale si richiede il rinnovo dell'Autorizzazione è situato nel Comune di Macomer, presso la zona industriale di Tossilo.

Le coordinate nel sistema Gauss-Boaga (W) sono le seguenti:

NORD	EST
4454893.86	1481247.35

Le coordinate nel sistema World Geodetic System 1984 (WGS84) sono le seguenti:

LONGITUDINE	LATITUDINE
8.779230	40.244198

L'impianto di depurazione di acque reflue industriali sorge nell'area industriale di Tossilo del Comune di Macomer, caratterizzata da diversi impianti industriali di cui alcuni in dismissione, è compreso tra la Strada Statale 131 (S.S. 131) e la Strada Statale 129 Trasversale Sarda.

Al confine Nord dell'impianto è presente l'impianto di smaltimento e trattamento rifiuti solidi urbani della Tossilo Tecnoservice (impianto di termovalorizzazione e impianto di compostaggio) che confluisce all'impianto di depurazione i reflui e le acque di processo mentre nei confini situati a Sud, Ovest ed Est non confina con nessun impianto di attività industriali.

L'impianto di depurazione ricopre un'area di circa 32.200 metri quadrati.



Figura 1: Posizionamento stabilimento

5 VINCOLISTICA TERRITORIALE

Dalla consultazione del portale della Regione Sardegna, "SardegnaGeoPortale", si evince che il sito d'interesse non è oggetto di vincoli e non ricade in aree naturali protette secondo la Legge n.394 del 06.12.1991 (Legge Quadro sulle Aree Protette), in parchi naturali, in riserve naturali, in monumenti naturali, e in altre aree di rilevante interesse naturalistico ed ambientale secondo la Legge Regionale n.31 del 07.06.1989, in aree SIC (Sito di Importanza Comunitaria) e in ZPS (Zona di Protezione Speciale) secondo, rispettivamente, le Direttive Comunitarie 92/43/CEE e 2009/147/CE, in zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar secondo il D.P.R. n. 448 del 13.03.1976, in aree di tutela della fauna selvatica e oasi permanenti di protezione secondo la Legge Regionale n.23 del 29.07.1998, in aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee

destinate al consumo umano secondo l'art. 94 del D.Lgs. n. 152/2006, in aree incendiati secondo l'art. 10 della Legge n.353 del 21.09.2000, in aree IBA (Important Bird Areas) secondo la Legge n.157 del 11.02.1992, in fasce di rispetto dai corsi d'acqua, dai laghi e dalla costa marina secondo l'art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 (Codice dei beni Culturali), in boschi tutelati secondo l'art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004.

L'area dell'impianto di trattamento delle acque reflue della zona industriale di Tossilo ricade all'interno della "fascia di 150 metri dai fiumi" ed è perciò tutelata per legge ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni Culturali).

In relazione al regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada, D.P.R. n.495 del 16.12.1992, art. 26, il sito rispetta le distanze dal confine stradale (strada di tipo C) in quanto non vi è stata nuova ricostruzione, ricostruzione conseguente a demolizione integrale o ampliamenti fronteggianti la strada; secondo le nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto, regolate dall'art. 49 del D.P.R. n. 753 del 15.11.1980, vi è il rispetto del limite minimo di trenta metri dal limite della zona di occupazione della più vicina rotaia; secondo il D.Lgs. n.96 del 09.05.2005, Revisione della parte aeronautica del Codice della navigazione, e l'art. 715 della Legge n.58 del 04.02.1963, vi è l'applicazione della fascia di rispetto di trecento metri su tutto il perimetro, per cui non costituisce pericolo per la navigazione aerea; secondo l'art. 338 del Regio Decreto n.1265 del 27.07.1934, Testo unico delle leggi sanitarie, vi è l'applicazione della fascia di rispetto di duecento metri.

Secondo il PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico, Legge 183/89 e Legge 267/98) della Regione Sardegna, il sito in oggetto non ricade nelle aree a rischio e pericolo idraulico Rev.41 (rischio e pericolo alluvioni), in aree a rischio e pericolo geomorfologico Rev.42 (rischio e pericolo frana), in aree a rischio art. 8 Hi V.09 (pericolo alluvioni), in aree a rischio art. 8 Hg V.09 (pericolo frana), in aree alluvionate "Cleopatra" V04, in fasce fluviali (PSFF2015).

Il sito di interesse, attualmente al servizio degli agglomerati di Macomer, Birori e Bortigali, e degli agglomerati industriali di Tossilo e Bonu Trau, sacrifica le acque provenienti dall'impianto di depurazione sul corpo idrico superficiale denominato Rio Orovò, affluente del Rio Tossilo, ricadente nel bacino drenante l'area sensibile "Traversa Tirso a Cantoniera".

Si riportano di seguito le immagini ottenute dal sito SardegnaMappe PAI - Sardegna Geoportale (<http://www.sardegnageoportale.it>).

DESCRIZIONE VINCOLO	PRESENTE	NON PRESENTE
a) Aree naturali protette, di cui alla L. 06.12.1991, n. 394 e s.m.i.		<input checked="" type="checkbox"/>
b) Parchi, riserve, monumenti naturali, aree di particolare rilevanza naturalistica e ambientale di cui alla L.R. 06.07.1989, n. 31		<input checked="" type="checkbox"/>
c) Aree di cui alle Direttive 92/43/CEE (SIC/ZSC) e 147/2009/CE (ZPS)		<input checked="" type="checkbox"/>
d) Aree di cui alla L.R. 29 luglio 1998, n. 23 (Oasi)		<input checked="" type="checkbox"/>
e) Aree IBA (Important Bird Areas) L. 157/1992		<input checked="" type="checkbox"/>
f) Fasce di rispetto dai corsi d'acqua, dai laghi e dalla costa marina, ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni Culturali)	<input checked="" type="checkbox"/>	
g) Boschi tutelati ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42		<input checked="" type="checkbox"/>
h) Altri vincoli di cui agli artt. 136 e 142 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (es. usi civici)		<input checked="" type="checkbox"/>
i) Zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar di cui al D.P.R. 13.03.1976, n. 448		<input checked="" type="checkbox"/>
l) Zone di vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/23		<input checked="" type="checkbox"/>
m) Fasce di rispetto di sorgenti o captazioni idriche di cui all'art. 94 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.		<input checked="" type="checkbox"/>
n) Zone vincolate agli usi militari		<input checked="" type="checkbox"/>
o) Zone di rispetto di infrastrutture (strade, oleodotti, cimiteri, etc.)		<input checked="" type="checkbox"/>
p) Zone classificate "H" (di rispetto paesaggistico, ambientale, morfologico, etc.) dagli strumenti urbanistici comunali		<input checked="" type="checkbox"/>
q) Altri vincoli ai sensi del Piano Paesaggistico Regionale (PPR)		<input checked="" type="checkbox"/>
r) Vincolistica ai sensi del Piano regionale delle attività estrattive		<input checked="" type="checkbox"/>
s) Area ricadente all'interno di un sito contaminato o potenzialmente contaminato, ai termini del Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.		<input checked="" type="checkbox"/>
t) Inserimento dell'intervento in: <ul style="list-style-type: none"> aree a pericolo/rischio idrogeologico come perimetrate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) aree individuate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali; aree individuate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni; 		<input checked="" type="checkbox"/>
u) Vincolistica ai sensi della L. 21 novembre 2000, n. 353, art. 10 (aree percorse da fuoco)		<input checked="" type="checkbox"/>
v) Altri vincoli:		<input checked="" type="checkbox"/>

Inquadramento climatico

Facendo riferimento all'inquadramento climatico della zona possiamo inserire l'area nella fascia climatica calda e temperata.

Il profilo bioclimatico del territorio presenta un clima di tipo mediterraneo, caratterizzato da un'aridità estiva che va da giugno ad agosto e precipitazioni concentrate nelle stagioni autunno-invernali.

La precipitazione media annua si aggira intorno ai 457 mm di pioggia; il mese più secco lo troviamo in luglio con una precipitazione media intorno ai 5 mm, mentre il mese più piovoso è dicembre con una precipitazione media di 120 mm.

La temperatura media annua è di 19°C dove nel mese di agosto, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 26 °C mentre nel mese di febbraio si attesta la più bassa temperatura di tutto l'anno, con una media di 6 °C.

Per quanto riguarda la posizione geografica dell'area, risulta che i venti al suolo spirano da Ovest (Ponente e Maestrale) e da Est (Levante), con una velocità media di 5-8 m/s.

Uso del suolo

L'impianto ricade nel comune di Macomer nell'area localizzata come Zona Industriale di Macomer (Tossilo). L'area appare pianeggiante e costituita prevalentemente da attività industriali, agricole ed artigianali.

L'area in studio non risulta essere esposta a rischi sia idrogeologici che geomorfologici.

Il sito risulta interessato dalla circolazione di acque superficiali che non influiscono sulle opere in costruzione o su opere già esistenti.

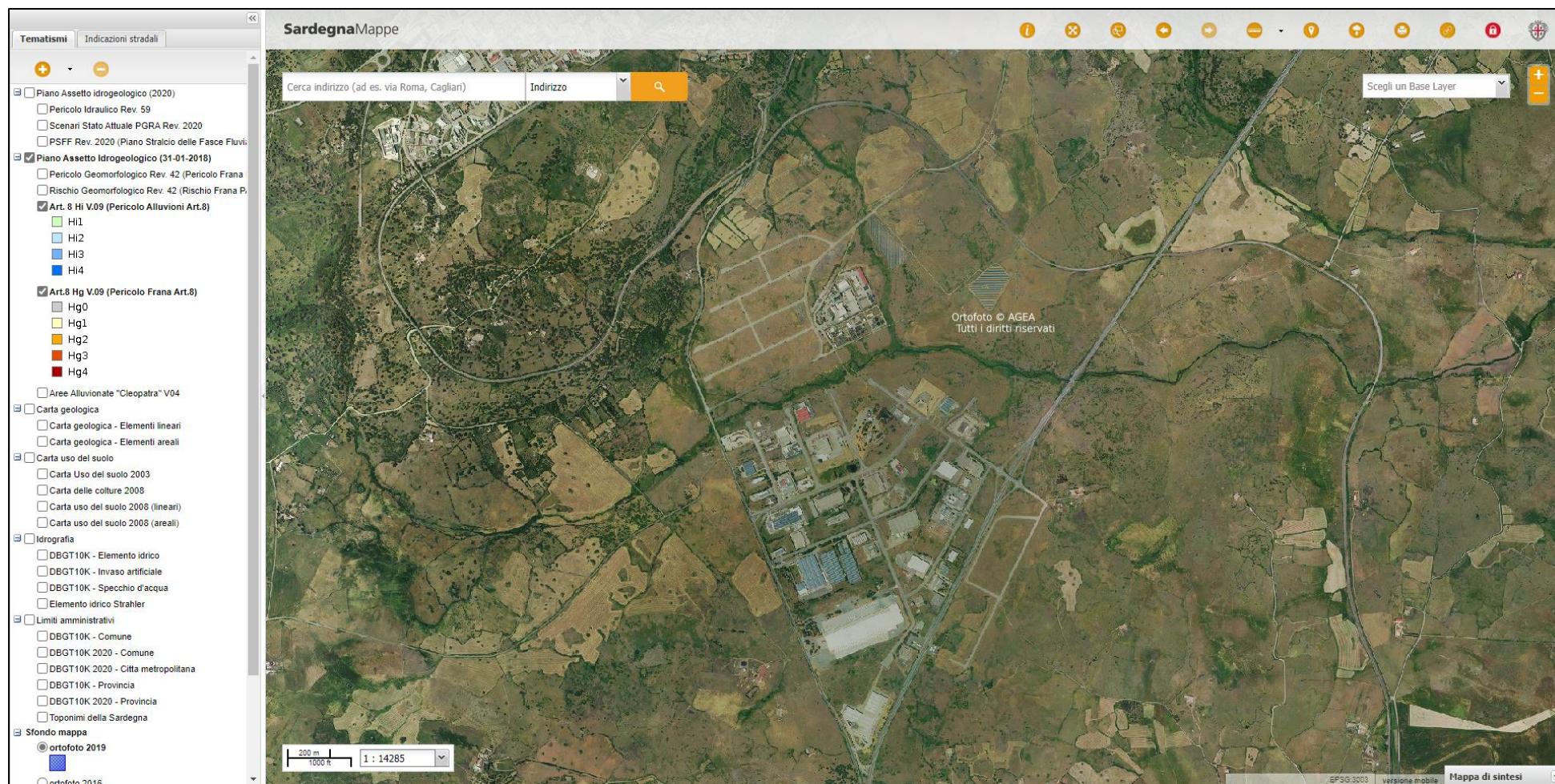


Figura 2: Pericolo frana e pericolo alluvione Art. 8 Hi V.09

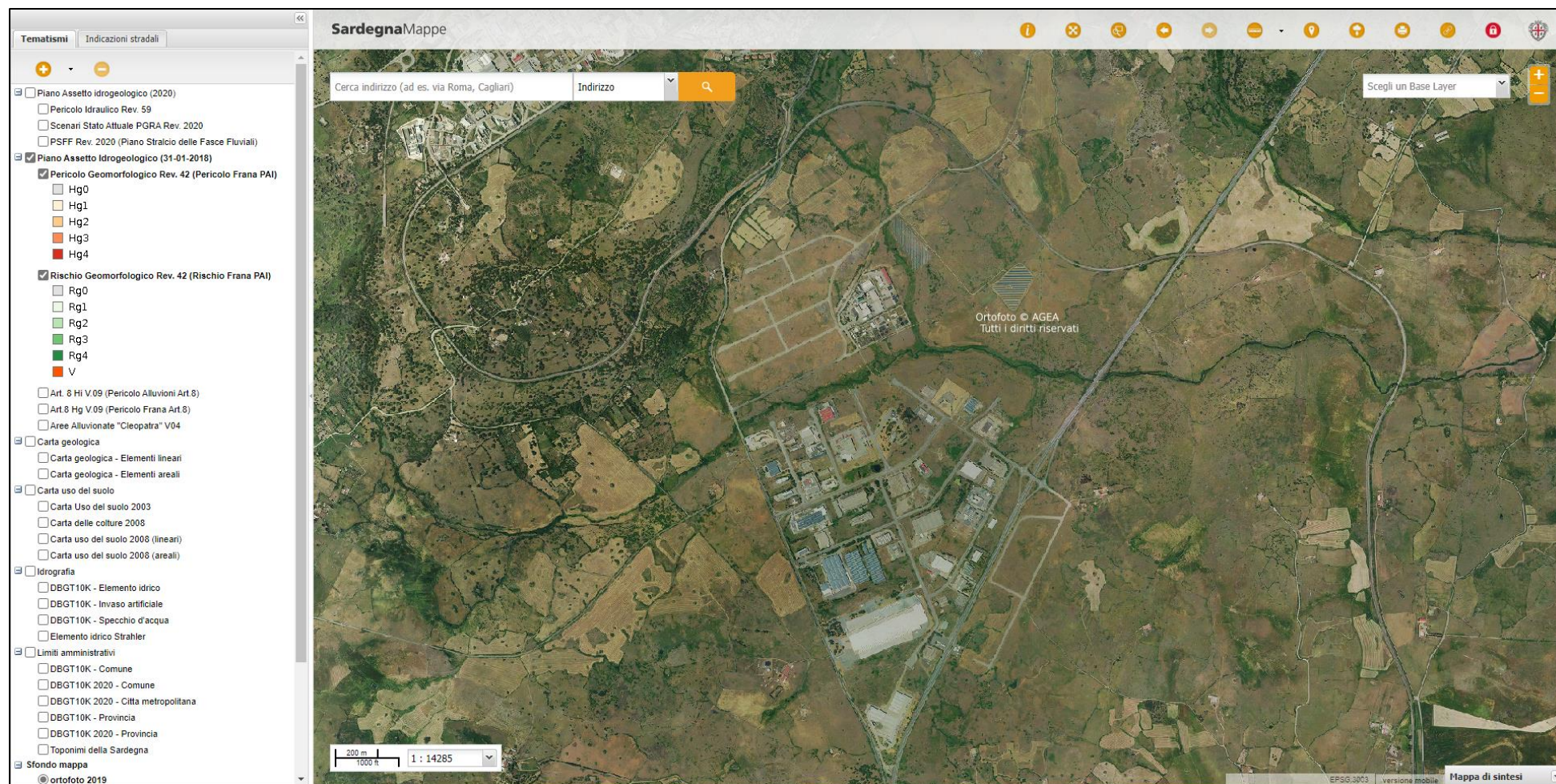


Figura 3: Rischio e pericolo geomorfologico Rev. 42

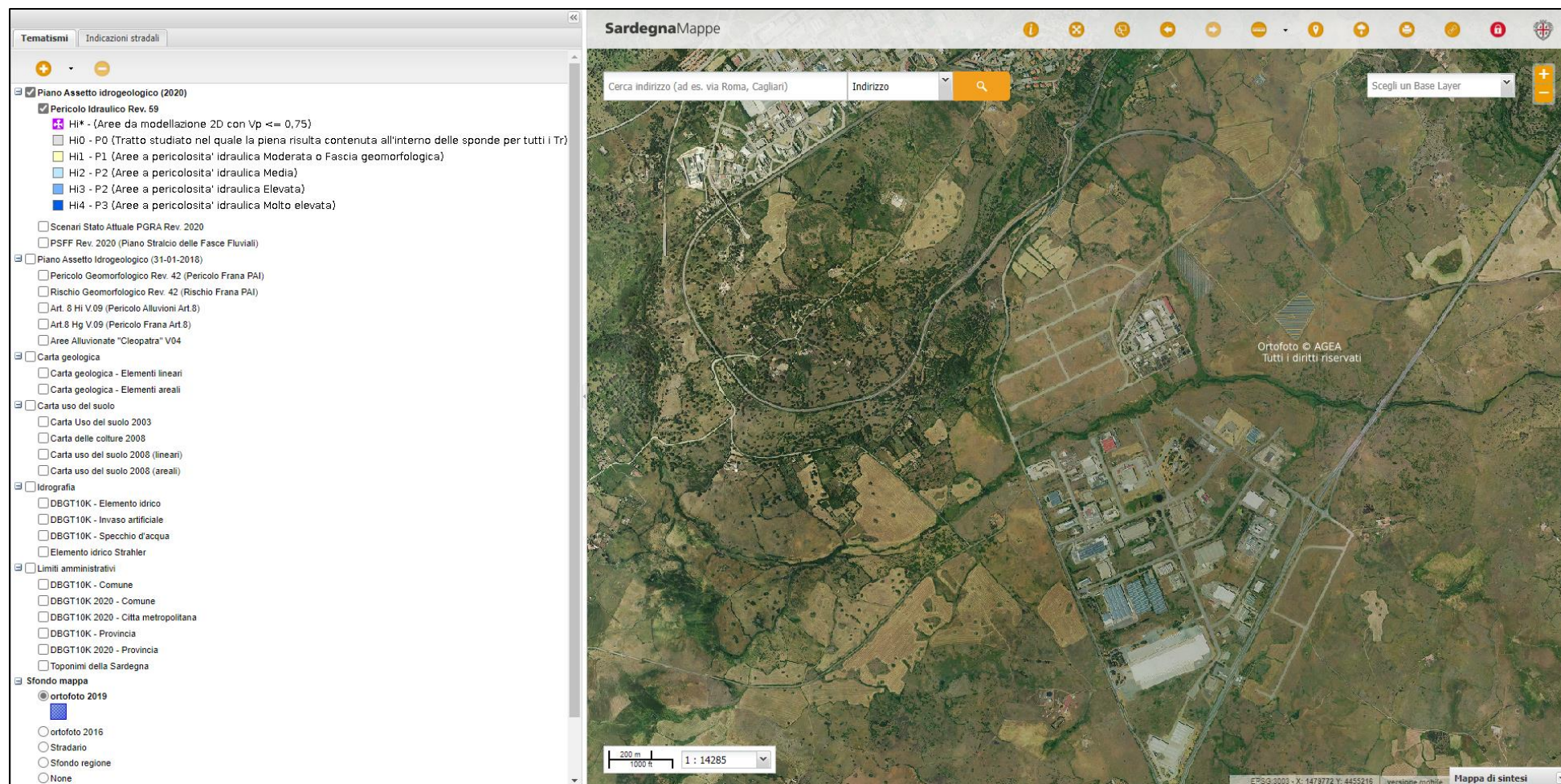


Figura 4: Pericolo idraulico Rev. 59

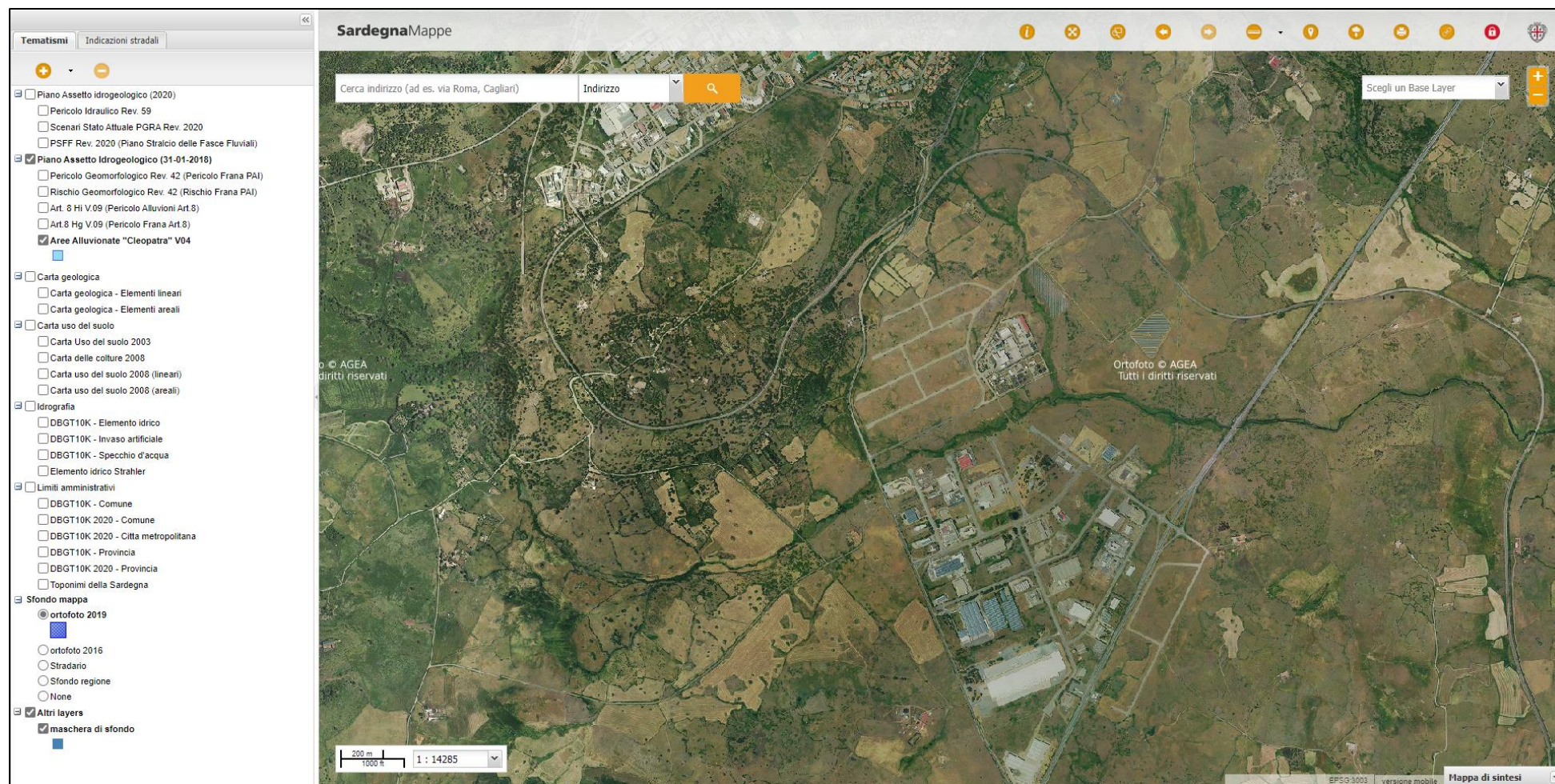


Figura 5: Aree alluvionate "Cleopatra" V04

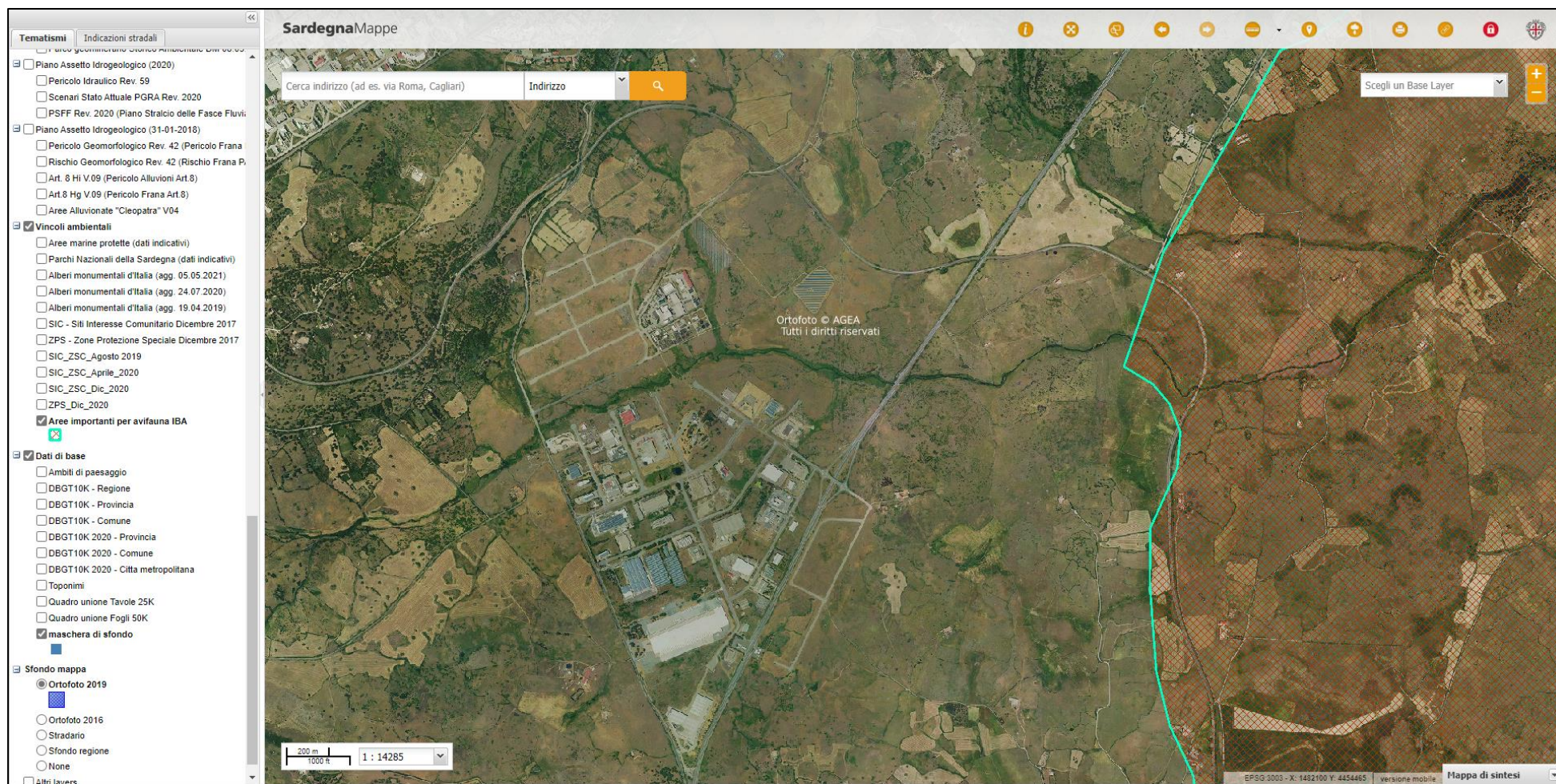


Figura 6: Aree importanti per l'avifauna IBA

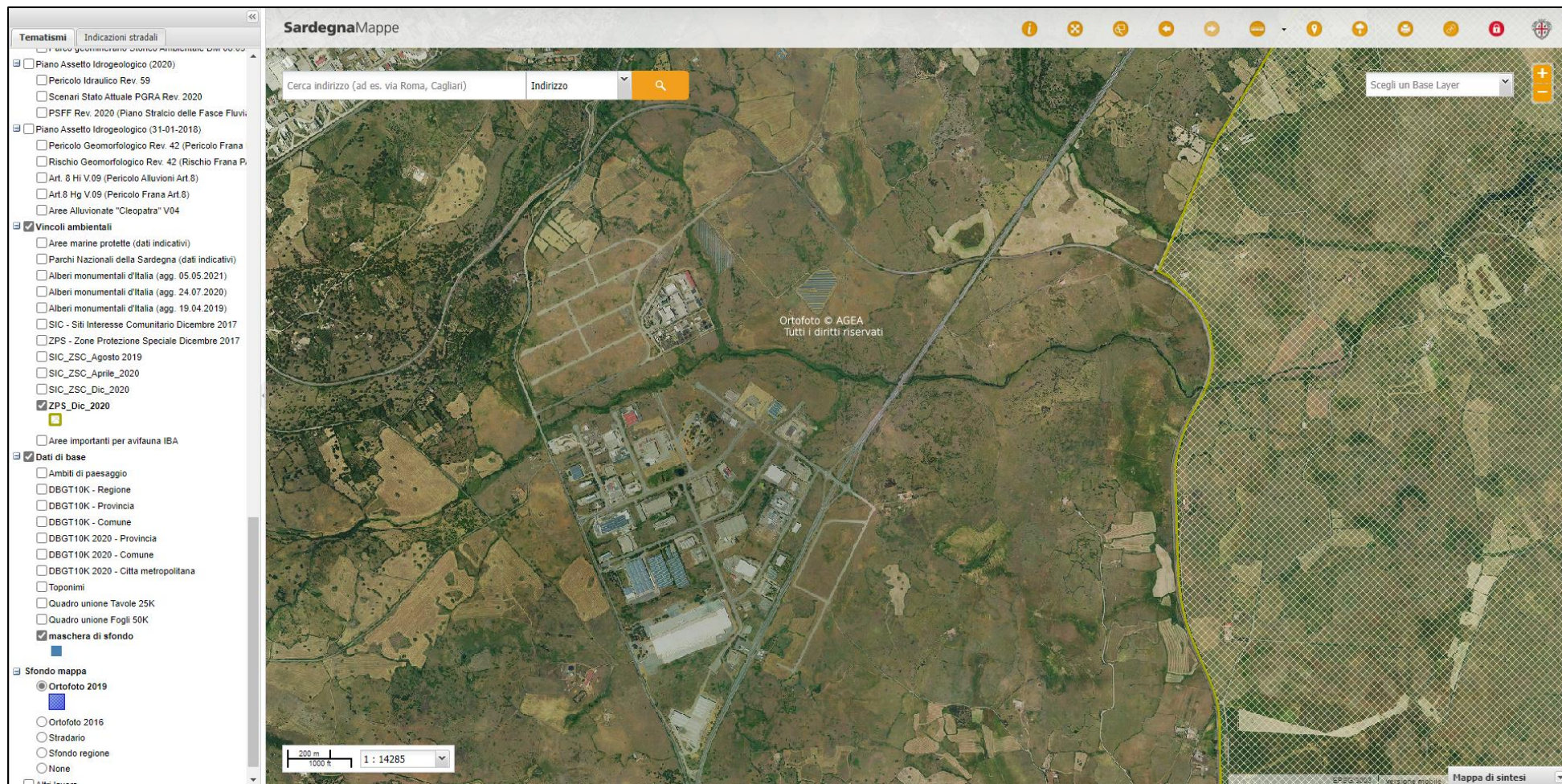


Figura 7: ZPS_DIC_2020

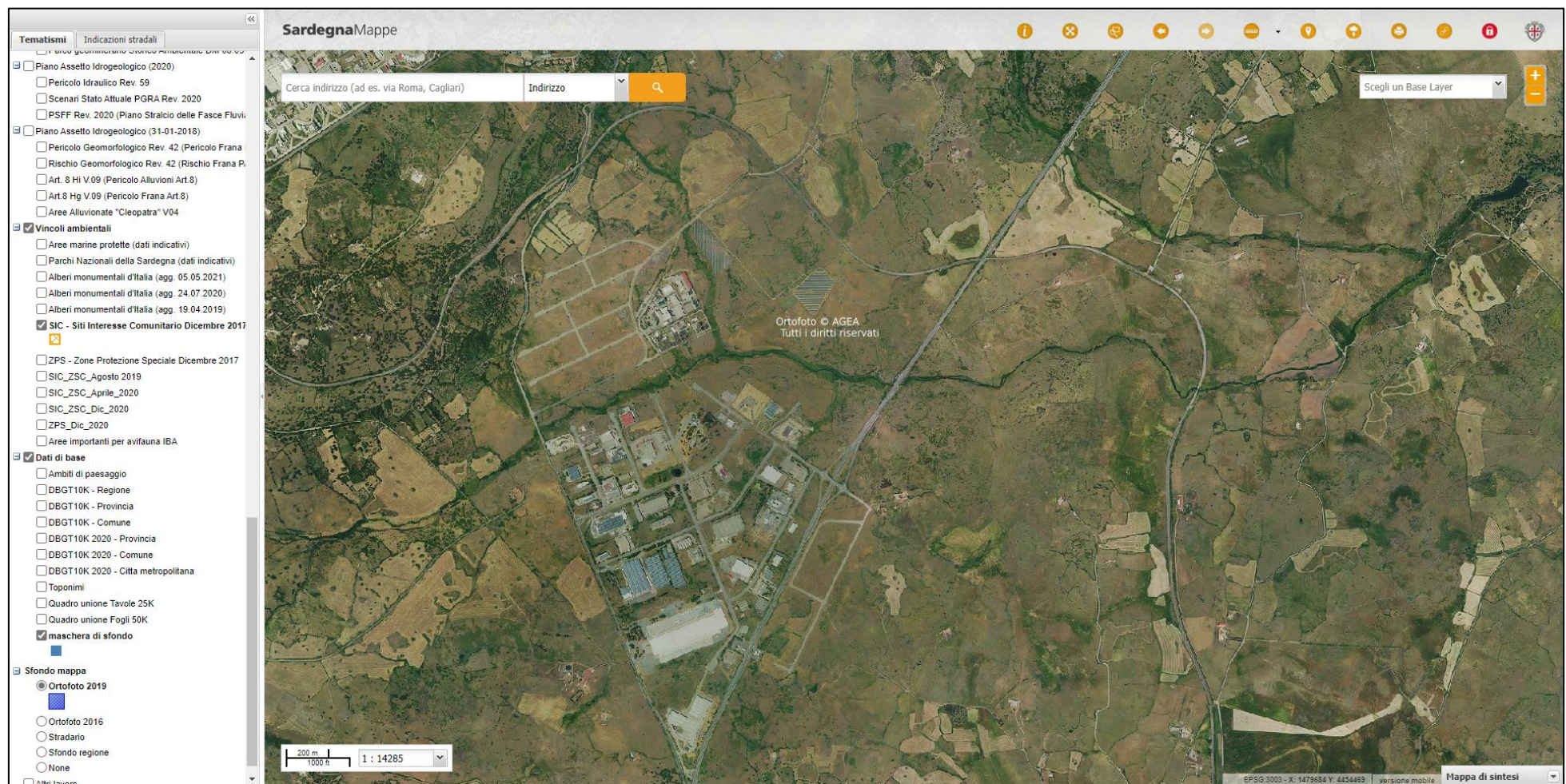


Figura 8: Sito di interesse comunitario Dicembre 2017

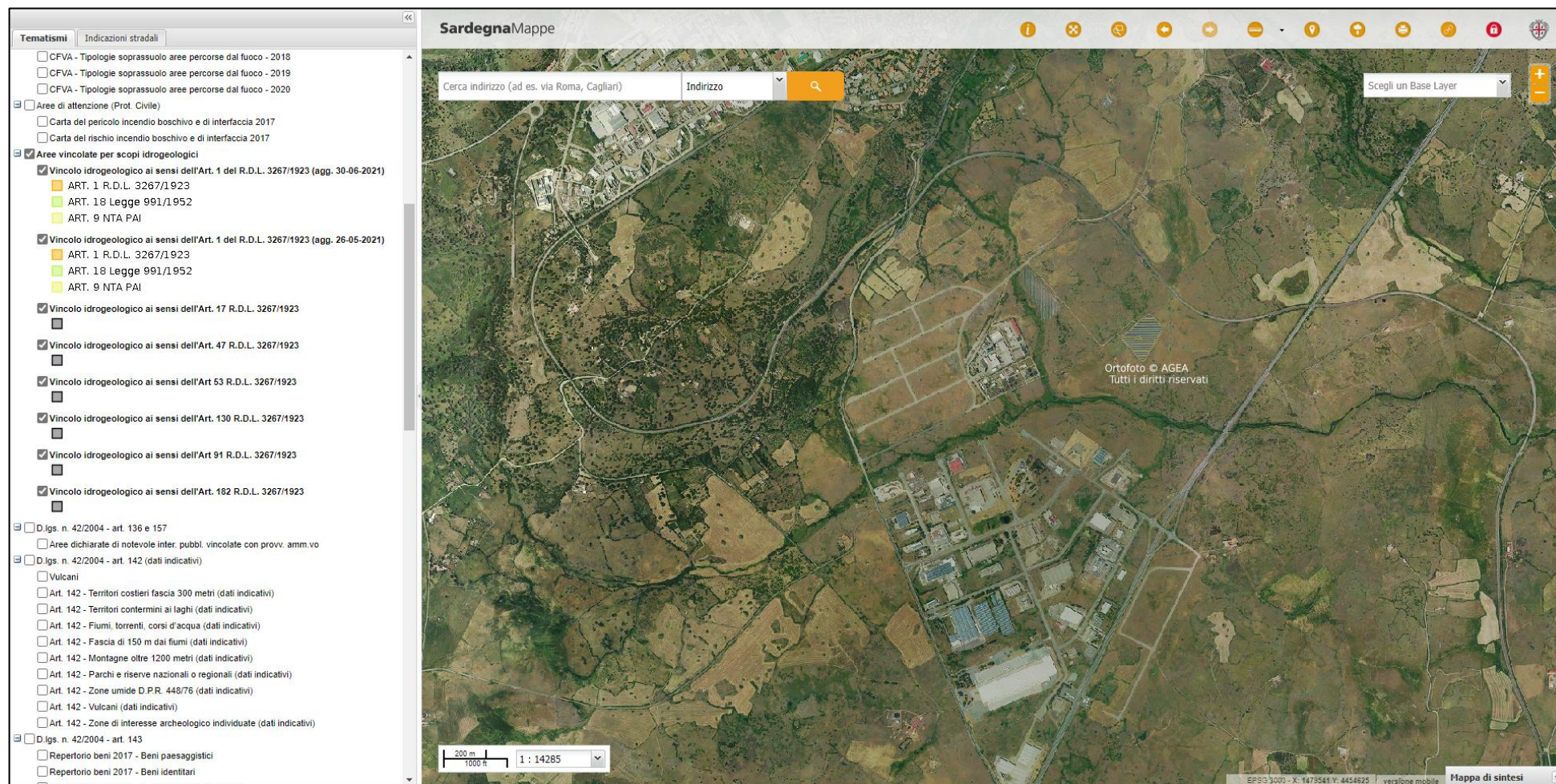


Figura 9: Aree vincolate per scopi idrogeologici

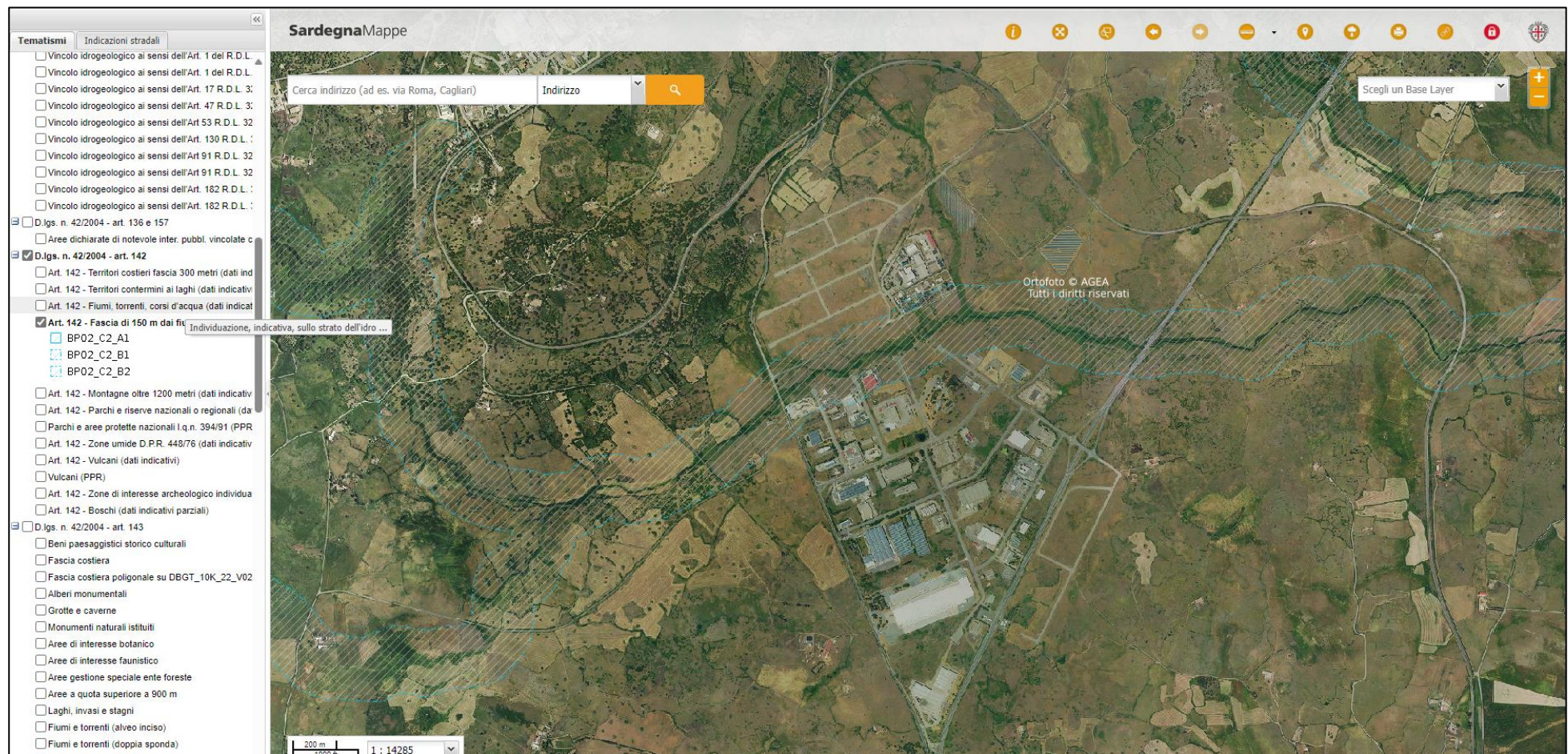


Figura 10: Fascia di 150 m dai fiumi (Art. 142 D.Lgs. 42/2004)

Rete Natura 2000

La “Rete Natura 2000” è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità ed istituita ai sensi della **Direttiva 92/43/CEE “Habitat”** per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

È costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della **“Direttiva 2009/147/CE “Uccelli”** concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

La zona oggetto della presente relazione **NON è compresa all’interno di nessuna Zona Speciale di Conservazione (ZSC), NÉ all’interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), NÉ all’interno di Siti di Interesse Comunitario (SIC).**

REGIONE / PAESE	Sardegna (Italia)
CODICE NATURA 2000	ITB023050
DENOMINAZIONE	Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali
AREA	19604 ha

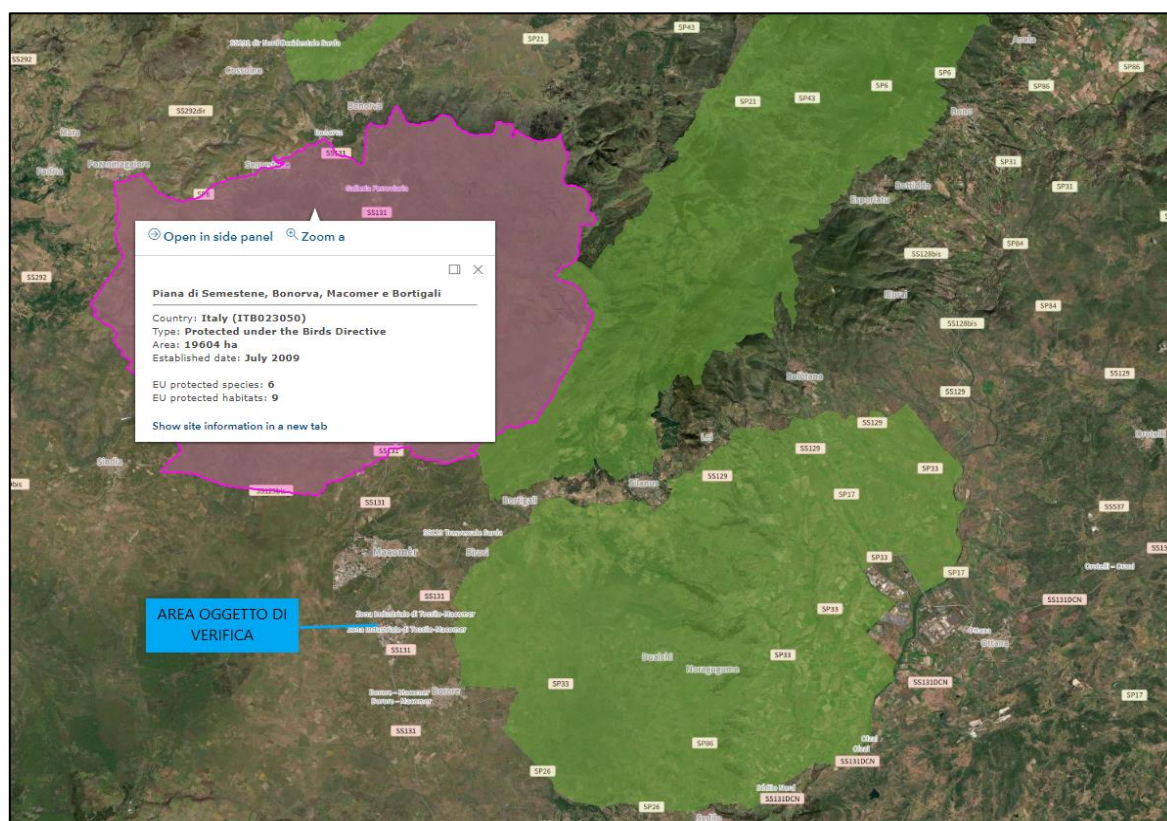


Figura 11: ZPS - Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali

REGIONE / PAESE	Sardegna (Italia)
CODICE NATURA 2000	ITB011102
DENOMINAZIONE	Catena del Marghine e del Goceano
AREA	14976 ha

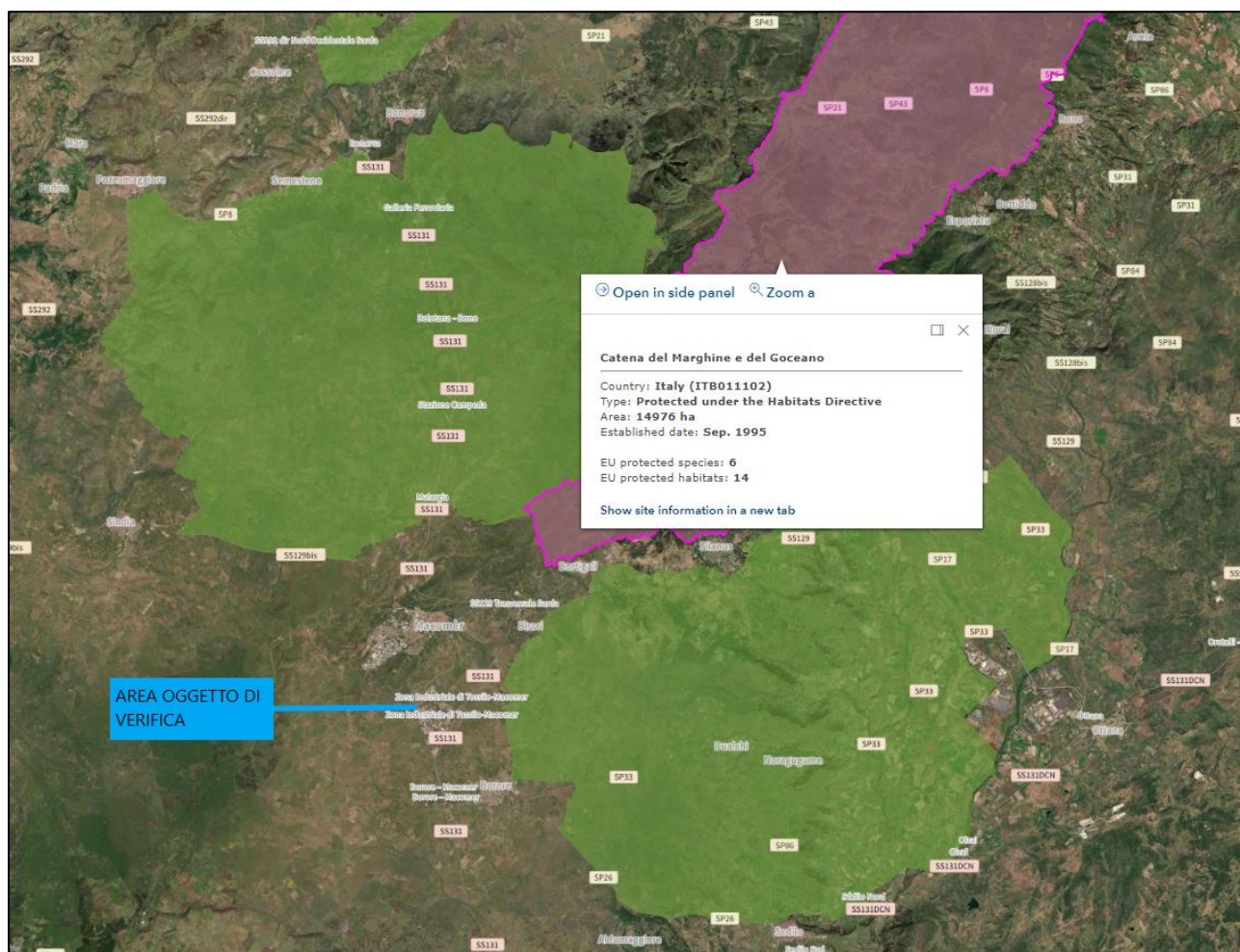


Figura 12: ZSC - Catena del Marghine e del Goceano

REGIONE / PAESE	Sardegna (Italia)
CODICE NATURA 2000	ITB023051
DENOMINAZIONE	Altopiano di Abbasanta
AREA	19577 ha

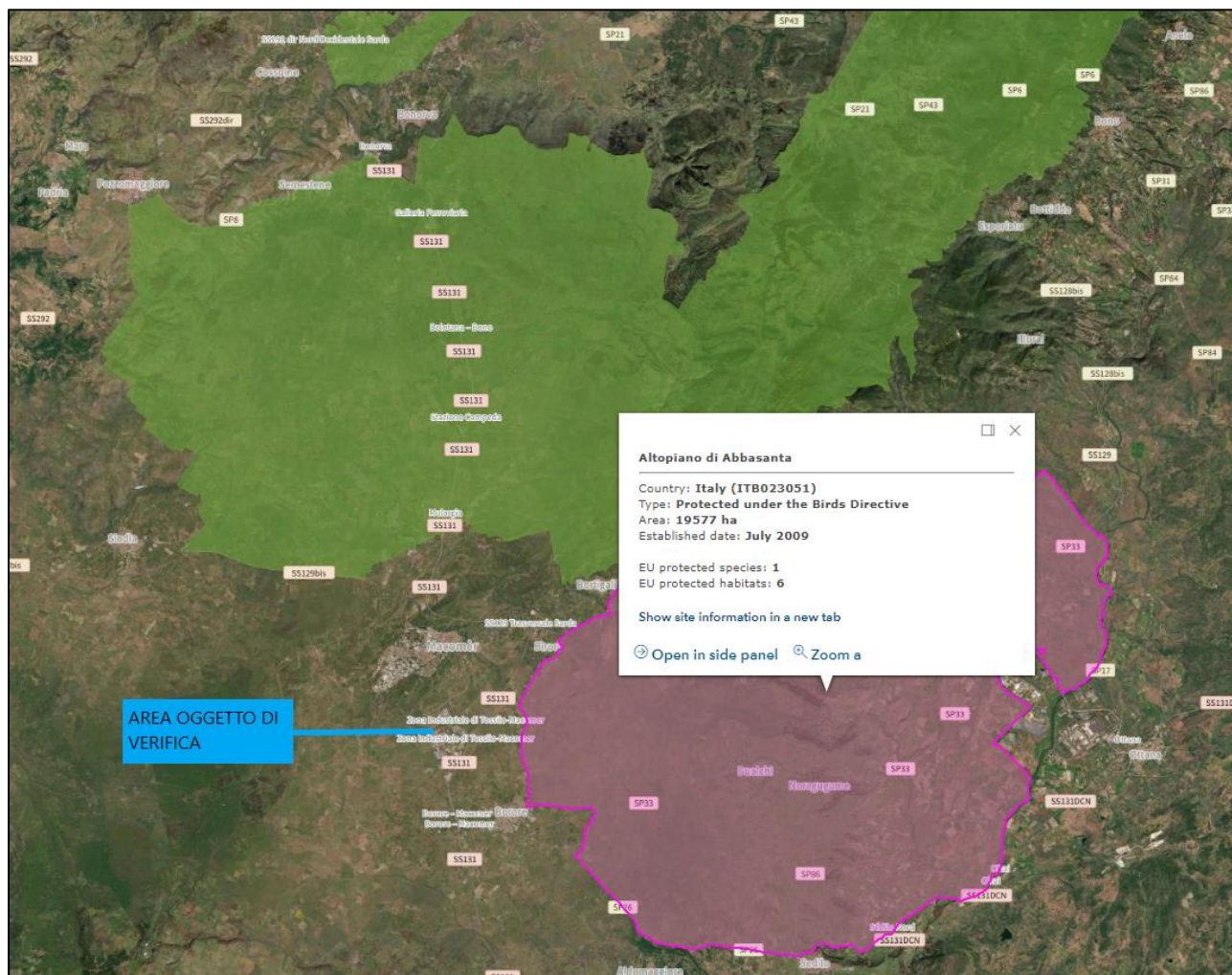


Figura 13: ZPS - Altopiano di Abbasanta

REGIONE / PAESE	Sardegna (Italia)
CODICE NATURA 2000	ITB011102
DENOMINAZIONE	Catena del Marghine e del Goceano
AREA	14976

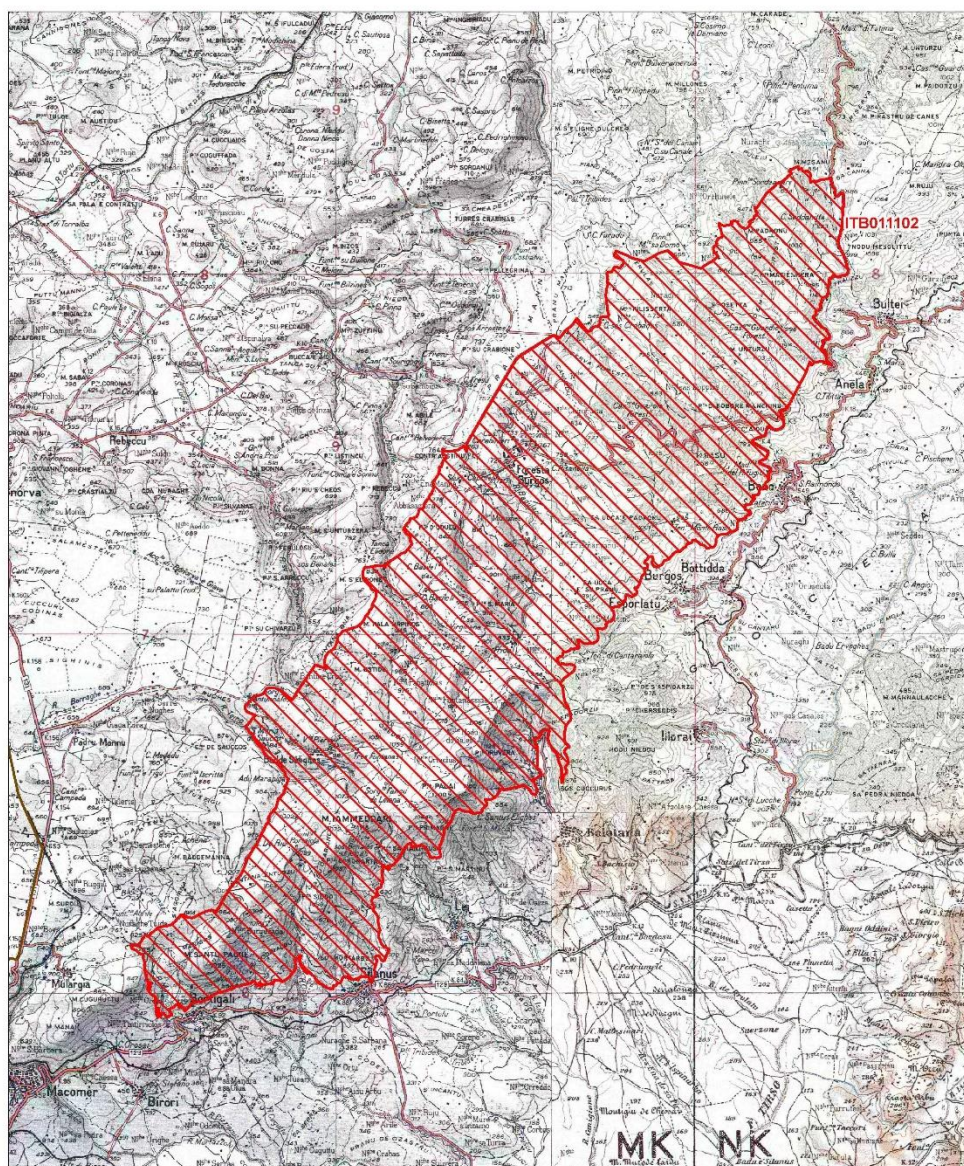


Regione: Sardegna

Codice sito: ITB011102

Superficie (ha): 14976

Denominazione: Catena del Marghine e del Goceano



Data di stampa: 07/12/2010

Scala 1:100'000



Legenda

sito ITB011102

altri siti

Base cartografica: IGM 1:100'000

Figura 14: SIC - Catena del Marghine e del Goceano

REGIONE / PAESE	Sardegna (Italia)
CODICE NATURA 2000	ITB021101
DENOMINAZIONE	Altopiano di Campeda
AREA	4634 ha



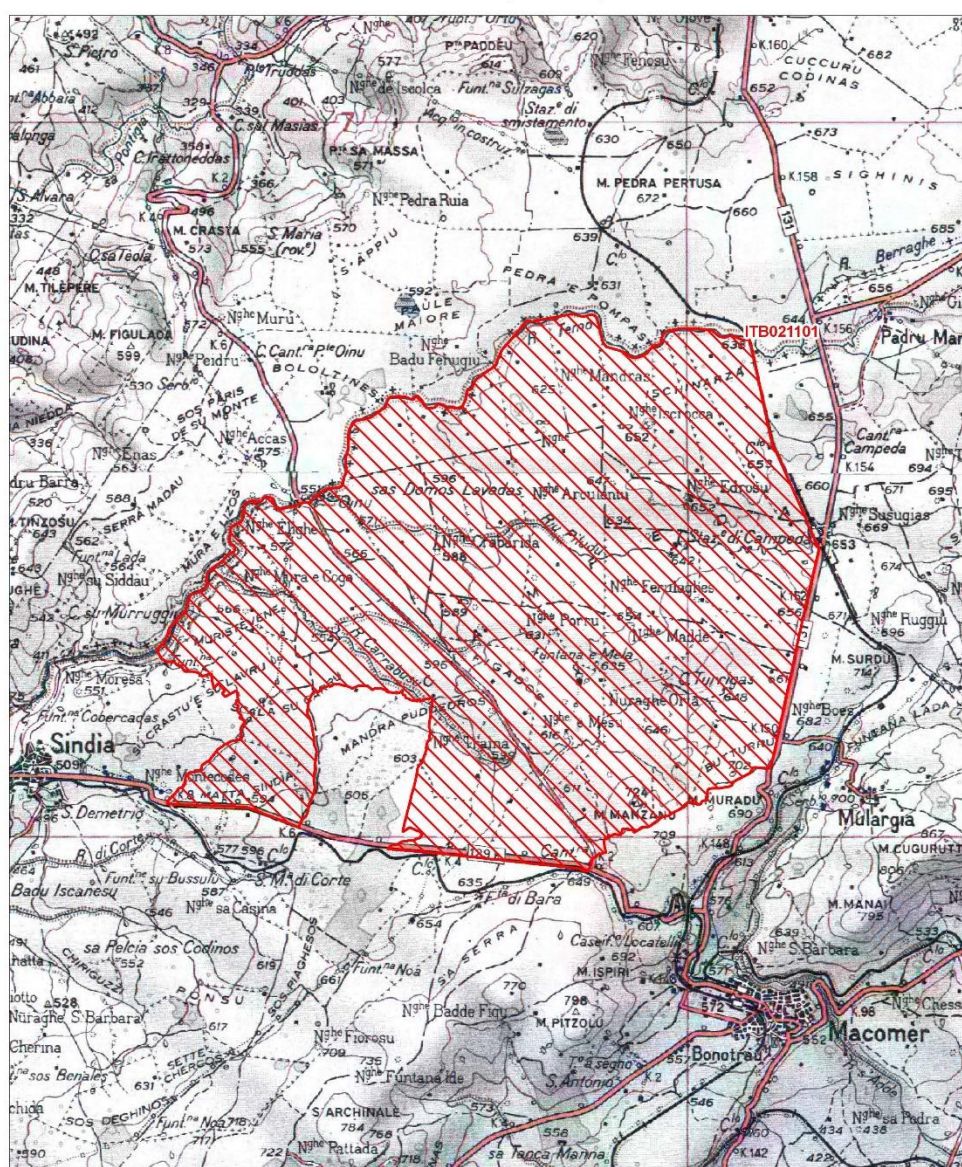
MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Regione: Sardegna

Codice sito: ITB021101

Superficie (ha): 4634

Denominazione: Altopiano di Campeda



Data di stampa: 07/12/2010

Scala 1:50'000



Legenda

■ sito ITB021101

■ altri siti

Base cartografica: IGM 1:100'000

Figura 15: SIC - Altopiano di Campeda

6 DESCRIZIONE STORICA DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE

L'impianto di depurazione di acque reflue industriali di Tossilo-Macomer è stato progettato dalla ditta Tecneco nel gennaio del 1975 ed è stato approvato con delibera n. 201/ASI del Consiglio di Amministrazione della Cassa per il Mezzogiorno in data 05/02/1976. I lavori di costruzione sono stati affidati alla stessa Tecneco, iniziati in data 15/07/1976 e ultimati in data 31/10/1978.

Da tale data l'impianto è entrato regolarmente in funzione, e vengono trattati sia i liquami provenienti dall'abitato di Macomer che i reflui provenienti dai due agglomerati industriali di Tossilo e Bonu Trau.

Il dimensionamento del primo lotto dell'impianto può essere così riassunto:

DOTAZIONE IDRICA	186 l-ab/d.
COEFFICIENTE DI FLUSSO	0,8
PORTATA MEDIA	161 m ³ /h
PORTATA MASSIMA	328 m ³ /h
BOD5	2.431 Kg/d
SOLIDI SOSPESI (MEDIA)	1.752 Kg/d
SOLIDI SOSPESI (MASSIMO)	2.042 Kg/d

La depurazione dei liquami veniva effettuata a mezzo dei seguenti trattamenti:

- trattamento primario
- trattamento secondario
- trattamento fanghi

Più precisamente, i reflui provenienti dall'abitato di Macomer e dall'agglomerato industriale di Bonu Trau venivano assoggettati al trattamento primario di:

- grigliatura grossolana
- grigliatura fine
- dissabbiatura

mentre i reflui provenienti dall'agglomerato industriale di Tossilo venivano assoggettati al trattamento primario di:

- sollevamento
- grigliatura fine
- flocculazione, se necessaria
- chiarificazione, se necessaria

Successivamente ai trattamenti primari descritti in precedenza, i reflui venivano assoggettati ad un trattamento secondario comune costituito da:

- ossidazione biologica
- sedimentazione secondaria
- clorazione

mentre i fanghi di supero prodotti durante il processo depurativo venivano assoggettati al trattamento di:

- digestione aerobica
- ispessimento
- disidratazione

Verso la fine degli anni ottanta l'impianto di depurazione delle acque reflue ha subito un potenziamento dovuto alla modifica di trattamento dei fanghi, trasformando il digestore da aerobico ad anaerobico.

6.1 AMPLIAMENTO

L'impianto di depurazione delle acque reflue è stato completato sulla base di un progetto approvato con provvedimento 3925/15422 della Regione Sardegna, Ass, LLPP, progetto n. 1488. L'intervento è stato finanziato dalla CASMEZ con convenzione approvata in data 24/11/1987 e sottoscritta in data 18/12/1987. Il contratto venne stipulato in data 03/06/1988 ed i lavori sono stati completati nel 1994.

Con l'ampliamento si è previsto di trattare non solo i reflui provenienti dall'abitato di Macomer, ma anche i reflui civili provenienti dai centri abitati di Birori, Bortigali e Borore. Con l'ampliamento si sono realizzate nuove strutture:

- n. 1 dissabbiatore
- n. 2 vasche di equalizzazione
- n. 3 sedimentatori primari
- n. 1 vasca di sedimentazione
- n. 2 sedimentatori secondari
- n. 2 vasche di pre-ispessimento
- n. 1 digestore aerobico
- n. 1 gasometro
- n. 1 torcia

- n. 2 post-ispezzatori
- n. 1 stazione di disidratazione fanghi.

PARAMETRI		UNITÀ DI MISURA	ANNO 2001			ANNO 2031		
			UTENZE CIVILI	UTENZE PRODUTTIVE	TOTALE	UTENZE CIVILI	UTENZE PRODUTTIVE	TOTALE
ABIT. EQUIV. SERV. (60 G BOD ₅ /ABXD		N°	22.262	103.300	125.562	29.414	103.300	132.714
CARICO IDRAULICO	PORTATA MEDIA GIORNALIERA	m ³ /d	4.709	4.832	9.541	7.547	4.832	12.379
	PORTATA OR. MED. NELLE 24H	m ³ /d	496	201	397	315	201	516
	PORTATA GIORNALIERA NEL GIORNO DI MAX CONSUMO	m ³ /d	6.641	6.058	12.699	10.608	6.058	16.666
	PORTATA MEDIA ORARIA NEL GIORNO DI MAX CONSUMO	m ³ /d	277	252	529	442	252	694
	PORTATA ORARIA MISTA MAX	m ³ /d	981	253	1.234	1.572	252	1.824
CARICO INQUINANTE	CARICO BOD ₅	Kg/d	1.513	6.198	7.711	1.999	6.198	8.197
	CARICO SOLIDI SOSPESI	Kg/d	2.004	1.976	3.980	2.648	1.976	4.624
	CARICO AZOTO AMMONIACALE	Kg/d	300	297	597	393	297	690

7 DESCRIZIONE ATTUALE IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE

Attualmente l'impianto di depurazione di acque reflue industriali di Tossilo-Macomer riceve, tramite collettori distinti, i reflui urbani degli agglomerati di Macomer e Birori, e delle aree industriali di Bonu Trau e Tossilo. Sono in corso inoltre i lavori per il collettamento dell'agglomerato di Bortigali la cui conclusione è prevista entro il corrente anno.

L'impianto in oggetto è stato progettato per trattare il carico derivante da un totale di 125.562 abitanti equivalenti, derivati da 22.262 a.e. domestici e 103.300 a.e. industriali e attualmente è costituito dalle seguenti sezioni (vedi planimetria allegata con zone in grigio che evidenziano le sezioni non in utilizzo):

- una sezione di pretrattamento dei reflui civili e una per i reflui provenienti dal trattamento dei bottini con un sistema di chiariflocculazione, il cui utilizzo non è previsto in modo continuativo e non è trattato nella relazione progettuale;
- una sezione di equalizzazione dove sono presenti due vasche: una vasca è utilizzata, attualmente, come stabilizzazione fanghi mentre l'altra è pronta all'uso come vasca di equalizzazione ma non utilizzata;
- una sezione di decantazione primaria, e dalla sezione biologica (nitro/denitro e decantazione secondaria);
- una sezione di trattamento MBBR con rimozione chimica del fosforo e decantazione terziaria;
- una sezione di affinamento MBR per il recupero dell'acqua depurata;
- sezione di disinfezione;
- sezione di trattamento e digestione del fango. Quest'ultima, realizzata in una seconda fase è attualmente in stand-by per la necessità di importanti lavori di manutenzione. Essendo questa basata su un processo anaerobico con produzione di biogas, le condizioni strutturali rilevate non permettono, per motivi di sicurezza, il suo esercizio.

Le acque reflue provenienti dall'agglomerato di Macomer e dalla zona industriale di Bonu Trau sono convogliate, tramite dei collettori ad essi dedicati, nella sezione di grigliatura meccanica fine in cui vengono fatti confluire, attraverso due collettori, anche le acque reflue urbane provenienti dall'agglomerato di Birori e le acque reflue industriali provenienti dalla zona industriale di Tossilo. Il sistema di convogliamento delle acque reflue provenienti dall'abitato di Macomer e dalla zona industriale di Bonu Trau è di tipo a gravità, mentre le acque reflue provenienti dall'abitato di Birori

arrivano all'impianto di depurazione tramite una pompa di sollevamento posta in prossimità della SS 131. Dopo i trattamenti preliminari di grigliatura e dissabbiatura i reflui vengono avviati ai sedimentatori primari.

Un primo parziale miscuglio costituito dalle acque reflue provenienti dall'abitato di Macomer e dalle acque reflue della zona industriale di Bonu Trau avviene nel collettore fognario a monte dell'impianto, mentre a monte della sezione di grigliatura si miscelano i reflui provenienti dall'abitato di Macomer, dalla zona industriale di Bonu Trau, dall'abitato di Birori, dalla zona industriale di Tossilo e quelle provenienti dall'impianto di trattamento rifiuti della Tossilo Tecnoservice.

Il miscuglio di tutte le acque reflue che convogliano nell'impianto di depurazione si realizza nella sezione di pre-denitrificazione, seguita dalla sezione di ossidazione e nitrificazione. Ad entrambe segue una fase di sedimentazione dove la biomassa (fanghi) sedimenta separandosi dal liquame depurato (effluente).

A valle del trattamento MMBR, nel sedimentatore terziario, avviene la rimozione chimica del fosforo tramite l'aggiunta di un coagulante mediante opportune pompe dosatrici. La precipitazione chimica permette l'abbattimento del fosforo che si deposita per gravità sul fondo della vasca di sedimentazione finale.

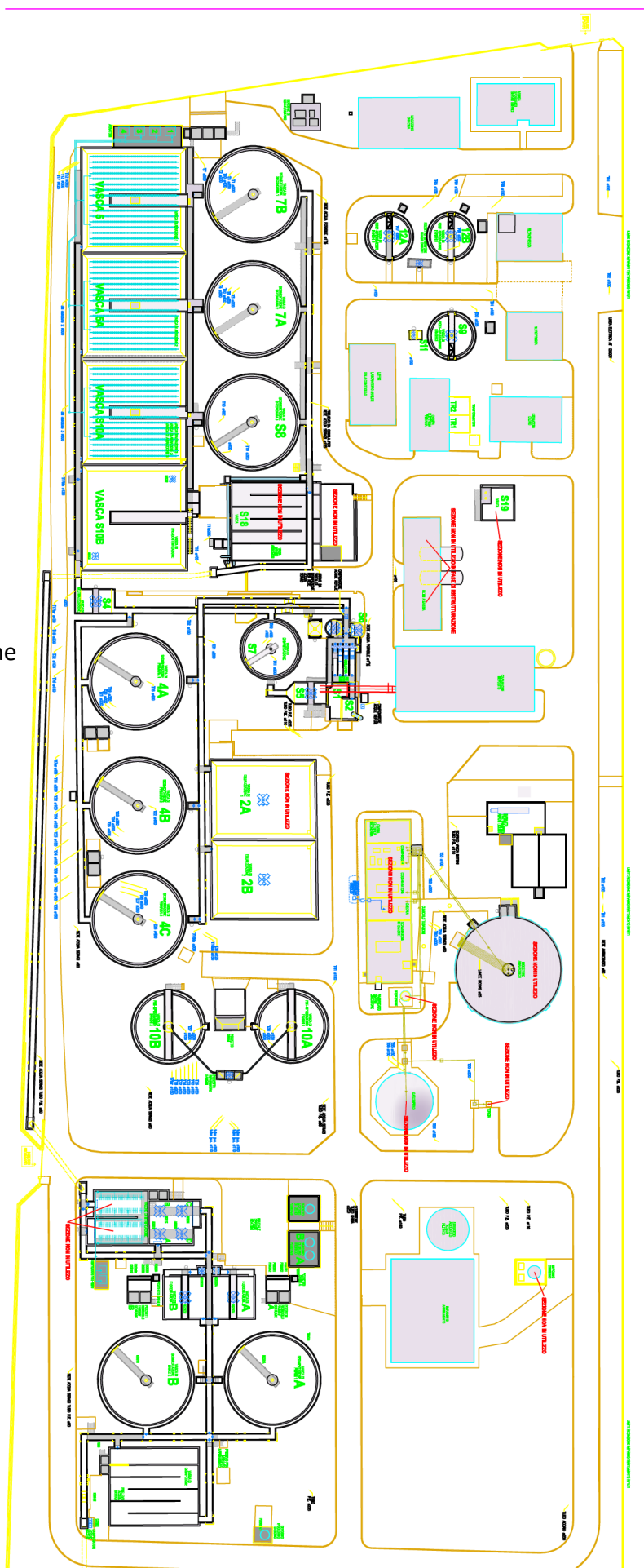
La disinfezione tramite ipoclorito di sodio, dosato tramite pompa dosatrice automatica, avviene direttamente nell'acqua chiarificata in uscita dal sedimentatore terziario prima dell'immissione della stessa nel Rio Orovò.

Il fango che viene raccolto nelle vasche di sedimentazione finale, mediante stazione di sollevamento, in parte viene avviato a monte delle vasche di ossidazione come fango di ricircolo, e in parte avviato a monte delle vasche di sedimentazione primaria come fango di supero.

Una parte delle acque reflue depurate viene inviata al trattamento di affinamento tramite MBR per la produzione di acqua industriale destinata esclusivamente all'impianto di trattamento rifiuti della Tossilo Tecnoservice.

Per quanto riguarda la modalità di campionamento delle acque reflue in ingresso vi è uno strumento automatico di campionamento ubicato a monte della sezione di equalizzazione, e con tale campionamento è possibile verificare la qualità del miscuglio di acque reflue costituito dai reflui provenienti dall'abitato di Macomer e Birori e dalle zone industriali di Tossilo e Bonu Trau, e dalla Tossilo Tecnoservice.

In grigio le zone impiantistiche
non in utilizzo



8 STATO DI FATTO

Dall'esame del progetto di costruzione dell'impianto si rileva che l'impianto sarebbe dimensionato per trattare un carico totale di 125.562 abitanti equivalenti, derivati da 22.262 a.e. domestici e 103.300 a.e. industriali.

Dai dati operativi appare subito evidente che le stime utilizzate per la definizione dell'idea progettuale sono ritenute poco attendibili e non calate nella realtà.

I coefficienti assunti per il dimensionamento del processo non risultano utilizzabili per l'ottenimento di un refluo in tabella 1 e 2 con i limiti per gli scarichi industriali.

Di fatto, il carico in arrivo pari a circa il 20% di quello di progetto, ha permesso di mantenere parametri operativi che permettessero il raggiungimento di limiti allo scarico compatibili con le prescrizioni autorizzative.

I dati analitici rilevati evidenziano un reale carico organico inferiore a quanto ipotizzato in sede di progettazione. Da ciò ne consegue l'esigenza di adeguare l'effettiva capacità di trattamento dell'impianto che deve essere rivista alla luce della attuale composizione impiantistica riducendo drasticamente la sua potenzialità come appresso definito.

Per anticipare le valutazioni si richiama che il processo venne dimensionato utilizzando un fattore di carico di ben 0,3 kg BOD₅/kg SSMA, evidentemente inadeguato per un processo nitro/denitro.

Verifica dei carichi

I carichi attuali in arrivo in impianto sono monitorati dall'accertamento della qualità e quantità dei reflui trattati, e dalle valutazioni sulla popolazione residente oltreché dalle verifiche dei processi produttivi delle aziende insediate nelle diverse aree industriali.

Carichi agglomerati urbani

I dati ISTAT aggiornati permettono di determinare i seguenti valori:

- Macomer	9.680
- Birori	508
- Bortigali	1.252
- Totali	11.440

Il valore è nettamente inferiore a quello stimato in progetto e pari a 22.464 a.e..

Carichi industriali

Nell'allegato 1 è riportato il censimento delle aziende insediate nell'agglomerato, delle quali solo una decina possono essere considerate influenti sulla composizione del refluo in ingresso.

Sulla base dei dati di carico in ingresso, misurati, il valore complessivo medio prodotto dalle aziende insediate è molto variabile, e compreso, nell'anno, fra un minimo di 6.000 a.e. ed un massimo di 30.000 a.e.

In sostanza il carico massimo atteso in impianto non supera i 42.000 a.e., con un valore medio di 25.000 a.e.

Fabbisogni reali

I dati di carico prima rappresentati derivano dalla valutazione della qualità del refluo in ingresso, e sono confrontate con le analisi derivate dalle trasmissioni dei risultati analitici delle singole aziende produttive insediate.

L'estrema variabilità qualitativa del refluo, dipendente dalla stagionalità di alcune produzioni, e in parte dal mancato rispetto delle prescrizioni autorizzative, consiglia di definire il riassetto dell'impianto in funzione del carico massimo presunto e stimabile nel medio termine in circa 50.000 a.e., lasciando impregiudicata la possibilità di incrementare il carico trattabile con semplici adeguamenti di processo e intervenendo sulle di modalità di impiego delle sezioni, che verranno poste in stand by in quanto non funzionali al trattamento del carico in arrivo.

Si rappresenta quindi una verifica della condizione attuale e del riassetto operativo per il trattamento del carico medio di 25.000 a.e., e delle condizioni attese nel medio termine per un carico massimo di 50.000 a.e., ciò anche alla luce dell'ipotetico potenziamento delle linee produttive della società alimenta, prevista entro il prossimo triennio.

Verifica processo

Occorre premettere che la verifica è limitata alla sezione biologica in quanto la fase di pretrattamento non incide significativamente sulle rese depurative.

La presenza della rete mista urbana produce una variabilità dal punto di vista idraulico per il quale si renderà necessario effettuare una verifica delle possibilità di sfioro in punti definiti della rete.

La tabella seguente rappresenta, per il 2019, i valori di portata media giornaliera trattata nei mesi di riferimento, con valori evidentemente non tollerabili per lo scostamento tra il dato minimo e massimo, che evidenzia l'esigenza di interventi per evitare l'eccessivo apporto di acque meteoriche.

Mese	mc/g
Gennaio	10.573
Febbraio	8.909
Marzo	5.055
Aprile	6.814
Maggio	6.298
Giugno	4.276
Luglio	2.990
Agosto	2.672
Settembre	2.747
Ottobre	3.618
Novembre	17.130
Dicembre	12.311

Processo nitro-denitro

Nel progetto originario il carico presunto di 7.711 Kg BOD₅/giorno è abbattuto del 30% nella sezione di decantazione primaria e quindi al processo nitro/denitro, con una significativa imprecisione nella relazione progettuale.

Il progetto di ampliamento, rilevando criticità dimensionali, ha portato alla realizzazione di una sezione di “post nitrificazione e denitrificazione” con un reattore MBBR.

Si deve evidenziare che, con siffatta configurazione, è necessario dosare un substrato carbonioso biodegradabile per supportare il processo di denitrificazione.

A valle della sezione MBBR è prevista la sezione di defosfatazione con dosaggio di cloruro ferrico.

Limitando la verifica alla sezione biologica originaria, si rileva dal progetto che sono disponibili i seguenti volumi:

- Predenitro 1.600 mc
- Ossidazione 4.800 mc

Nella sezione di chiarificazione secondaria è disponibile una superficie di 681 mq.

La verifica sui dati di progetto, anche ipotizzando l’abbattimento del carico organico del 30%, porta alle seguenti considerazioni:

- Il fattore di carico organico applicato alla sezione ossidativa permette il solo abbattimento del BOD₅ ma non l’ossidazione dell’Azoto.
- Il valore utilizzato è infatti di ben 0,3 e quindi nettamente superiore al valore massimo di sicurezza normalmente adottato e pari a 0,15.

Si riporta di seguito in allegato 2 la simulazione del processo effettuato con le usuali formule e coefficienti normalmente adottato che evidenziano tale fatto.

È quindi evidente che rese inferiori nella decantazione primaria portano ad un peggioramento delle rese attese. Ritenendo non adeguato il precesso di nitrificazione è inutile la verifica della sezione di predenitrificazione in quanto l'assenza di N-nitrico non permette nemmeno questa fase di trattamento.

In sostanza si rileva che è stata erroneamente considerata come nitrificante l'intera biomassa presente nel reattore biologico portando ad un significativo errore di valutazione sulla capacità nitrificante del sistema.

Il calcolo di verifica riportato nella relazione di progetto attesta, peraltro, l'inadeguatezza del volume disponibile per la predenitrificazione, processo peraltro critico visti i limiti imposti dal dimensionamento teorico derivate dal carico ipotetico di 125.562 a.e..

Per ovviare a tale problema dimensionale è stata realizzata una sezione di post nitrificazione e denitrificazione, oltre alla post defosfatazione.

La sezione, realizzata con processo MBBR, è dimensionata tenendo conto di una resa di nitrificazione molto inferiore a quella precedentemente ipotizzata nel progetto. È evidente che l'intero progetto è basato su valutazioni scorrette, da rivedere completamente, a partire dai dati di carico in ingresso. Lo stesso dimensionamento della sezione MBBR è critica in quanto priva di analisi dei fattori di processo e, con la sezione di post denitro problematica, in quanto è assente la valutazione dei fabbisogni di substrato carbonioso per il processo.

Verifica di fabbisogni

L'analisi del progetto nella sua configurazione attuale manifesta evidenti criticità che richiedono la rivisitazione del processo per ottimizzare rese e consumi.

Come precedentemente accennato, nell'allegato 1 è riportato il censimento puntuale delle aziende insediate nelle due aree industriali e negli agglomerati collegati.

Sulla base di dette analisi sono stimate le portate nere teoriche producibili dagli agglomerati e la stima della portata di riferimento di ciascun agglomerato.

In relazione alle stime precedenti il processo verrà pertanto configurato secondo la seguente filiera:

- Pretrattamenti con eventuale sfioro delle portate eccedenti;
- Trattamento biologico a cicli alternati;
- Chiarificazione secondaria;
- Defosfatazione;
- Disinfezione;

- Chiarificatori primari (stazionamento fango per stabilizzazione);
- Digestione aerobica del fango di supero;
- Ispessimento fango;
- Disidratazione;
- Affinamento reflui (opzionale).

In questa fase non verrà utilizzata la sezione di stabilizzazione anaerobica per evidente insufficienza del carico organico in ingresso e per la necessità di importanti attività manutentive che richiedono una preventiva progettazione.

Stante l'impossibilità, e la non opportunità tecnica di utilizzare la sezione di stabilizzazione anaerobica, il fango, peraltro già stabilizzato, verrà ulteriormente trattato in una sezione di stabilizzazione aerobica, in modo da garantire, oltre alla stabilizzazione tecnica (SSV/SST <65%), anche il tempo di detenzione calcolato sull'intero ciclo, richiesto per garantire l'assenza di contaminanti patogeni.

Detto tempo è calcolato sulla base delle indicazioni fornite dalla Commissione Europea con lo studio ***"Evaluation of sludge treatments for pathogen reduction"***, integrato con le valutazioni dell'ISS ***"Indicazioni ad interim sulla gestione dei fanghi di depurazione per la prevenzione della diffusione del virus SARS-CoV-2"***.

Sulla base di dette indicazioni è richiesto un tempo minimo di detenzione del fango di 860 ore alla temperatura di 20° C.

Verifica dimensionale

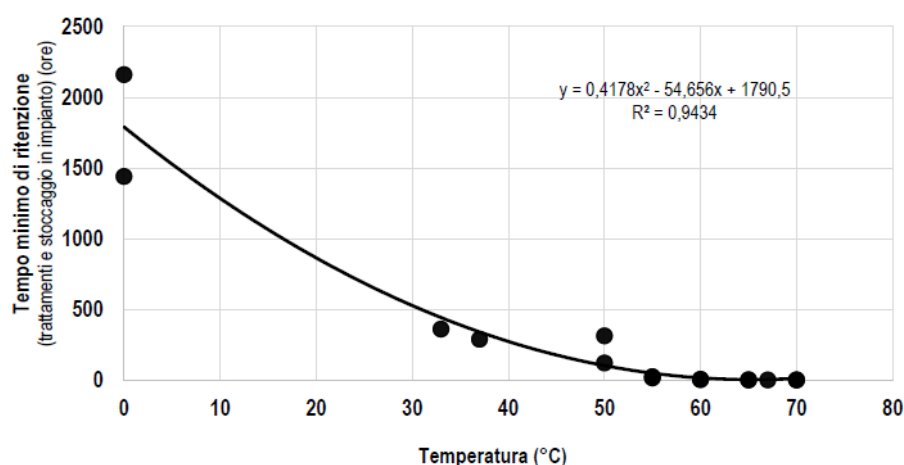
In allegato 2 è riportata la verifica dimensionale dell'impianto in relazione ai carichi medi attesi che attestano la seguente situazione:

- Ciclo biologico: la sezione è adeguatamente dimensionata per il funzionamento secondo lo schema semplificato, ossia senza la chiarificazione primaria, attesa la sua inutilità stante l'indisponibilità della sezione di stabilizzazione anaerobica del fango. I parametri di funzionamento, secondo l'attuale schema di processo sequenziale nitro/denitro, attestano che l'età del fango, e soprattutto il rapporto SSV/SST è inferiore al 65%, tipico di un fango stabilizzato di ottima qualità.
 - È mantenuto il funzionamento dei tre chiarificatori secondari pur essendo sufficiente il funzionamento di soli due unità, per far fronte ad eventuali punte idrauliche;
 - I chiarificatori primari, il cui utilizzo è superfluo, se non dannoso all'economia della predenitrificazione, sono utilizzati come vasca di stazionamento del fango che, se pur

stabilizzato, deve raggiungere i limiti temporali di ritenzione in impianto come da allegato alle indicazioni da *interim* dell'ISS;

- Sulla base dei dati di produzione di sostanza secca si calcola che il tempo di ritenzione complessivo assume il valore di $16 + 27 = 43$ giorni, senza considerare l'ulteriore tempo di residenza idraulica della sezione di ispessimento, pari ad ulteriori 4 giorni. In sostanza sono garantiti i tempi di residenza idraulica richiesti per una temperatura di 16°C , ossia nettamente inferiore a quella ipotizzabile di 18°C con 39 giorni di residenza idraulica.

Stima del tempo minimo di ritenzione (comprensivo di tempi di trattamenti e stoccaggio) del fango prima dell'utilizzo:



$$\text{Equazione: } t_{\min} = 0,4 T^2 - 55 T + 1,8 \cdot 10^3$$

dove t_{\min} è il tempo minimo di ritenzione in impianto (trattamento e stoccaggio) in ore alla temperatura T in $^{\circ}\text{C}$ *

Tempo minimo di ritenzione			Tempo minimo di ritenzione		
Temperatura $^{\circ}\text{C}$ *	Ore	Giorni	Temperatura $^{\circ}\text{C}$ *	Ore	Giorni
0	1800	75	20	860	36
1	1745	73	21	821	34
2	1692	70	22	784	33
3	1639	68	23	747	31
4	1586	66	24	710	30
5	1535	64	25	675	28
6	1484	62	26	640	27
7	1435	60	27	607	25
8	1386	58	28	574	24
9	1337	56	29	541	23
10	1290	54	30	510	21
11	1243	52	31	479	20
12	1198	50	32	450	19
13	1153	48	33	421	18
14	1108	46	34	392	16
15	1065	44	35	365	15
16	1022	43	36	338	14
17	981	41	37	313	13
18	940	39	38	288	12
19	899	37	39	263	11

Il grafico e la tabella sono estratti dal "Rapporto ISS COVID-19"; il valore di residenza idraulica del fango è in linea con quanto riportato nella relazione di verifica.

Sono quindi soddisfatti sia il requisito della stabilizzazione, il cui valore di calcolo è confermato dai dati analitici, che il requisito del tempo di stazionamento in impianto, il cui valore reale è superiore al valore minimo consigliato per l'abbattimento della carica patogena.

9 DATI DI CALCOLO

9.1 CARICHI INGRESSO TRATTAMENTO BIOLOGICO

Altitudine sul livello del mare H	100,00	[m]
Portata Media Liquami in ingresso biologico Qi	208,00	[m3/h]
Concentrazione media COD	450,00	[mg/l]
Concentrazione media BOD₅	270,00	[mg/l]
Concentrazione media TKN	54,00	[mg/l]
Concentrazione media Azoto Ammoniacale NH₄	54,00	[mg/l]
Concentrazione media Fosforo P	4,00	[mg/l]
Concentrazione media Solidi Sospesi in bio SST	142,00	[mg/l]

9.2 LIMITI IN USCITA SEDIMENTATORE SECONDARIO

Concentrazione COD out	50,00	[mg/l]
Concentrazione BOD₅ out	17,40	[mg/l]
Concentrazione NH₄ out	2,00	[mg/l]
Concentrazione NO₃ out	6,00	[mg/l]
Concentrazione P out	0,50	[mg/l]
Concentrazione SST out	20,00	[mg/l]

PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE

Concentrazione ingresso BOD_{max}	400,00	[mg/l]
Concentrazione ingresso BOD_{min}	200,00	[mg/l]
Concentrazione in Ox-Nitro MLSS_{max}	6000,00	[mg/l]
Concentrazione in Ox-Nitro MLSS_{min}	2000,00	[mg/l]

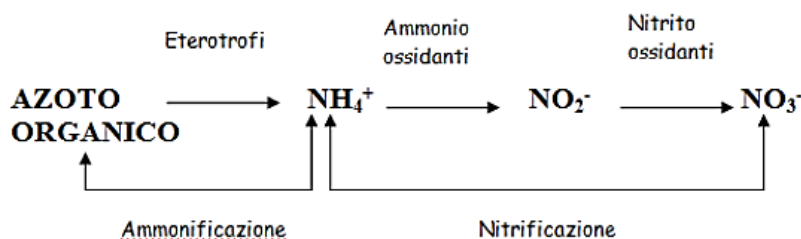
10 DESCRIZIONE DEL PROCESSO A BIOMASSA SOSPESA PER LA RIMOZIONE DEL CARBONIO E DELL'AZOTO

I soli trattamenti meccanici e fisici (preliminari e primari), non sono in grado di far ottenere alle acque reflue un livello depurativo sufficiente.

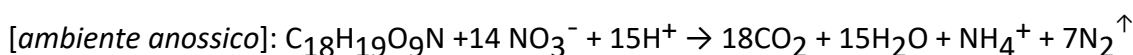
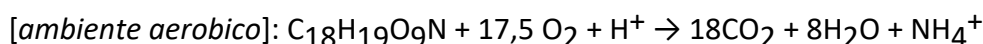
È necessario, infatti, affiancare trattamenti basati su fenomeni biologici naturali fatti svolgere in ambienti artificialmente creati (reattori) ove i diversi parametri, che condizionano i fenomeni stessi, possono essere regolati, compatibilmente con i limiti dettati da motivi costruttivi ed economici.

La *rimozione del carbonio* (C come BOD) dalle acque di scarico è ottenuta grazie all'azione combinata di popolazioni microbiche diverse (biomassa *eterotrofa*) che in un *bacino di ossidazione* (reattore Ox) degradano in condizioni aerobiche le sostanze organiche contenute nelle stesse, trasformandole, parte in composti semplici come acqua, anidride carbonica, azoto e metano e parte in nuovi organismi (fango di supero).

La *rimozione biologica dell'azoto* (N come TKN) avviene mediante una serie di reazioni per via aerobica (biomassa *autotrofa/ammonio ossidanti*) che conducono dapprima all'ossidazione dell'ammoniaca NH_3 fino a nitrato NO_3^- (*nitrificazione*) e in un secondo tempo, alla riduzione di questo, ad azoto elementare N_2 (*denitrificazione*) che viene eliminato per via gassosa.

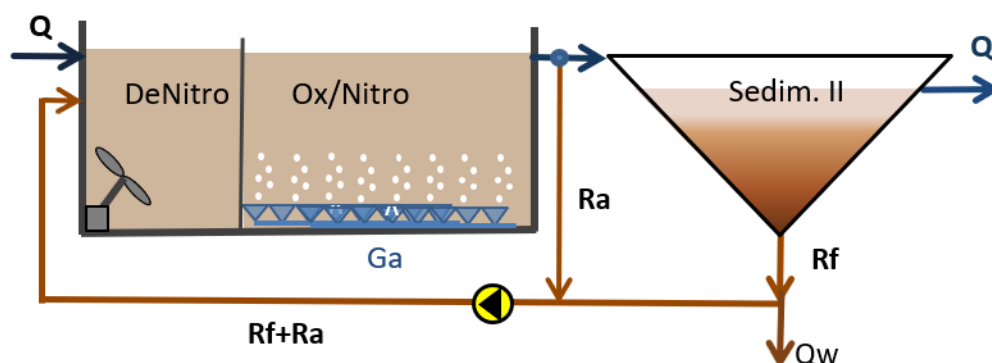


Assumendo per la sostanza organica la composizione approssimata $\text{C}_{18}\text{H}_{19}\text{O}_9\text{N}$, le espressioni delle reazioni di *demolizione della sostanza organica* in ambiente *aerobico* e *anossico* sono, rispettivamente:



Considerando tale equazione chimica, si deduce che occorrono 1,42g di O_2 per ossidare 1g di sostanza organica, inoltre si osserva che una frazione della sostanza organica presente nel refluo genera nuova biomassa. La frazione varia a seconda del tipo di refluo e del carico.

Lo schema impiantistico del processo biologico di rimozione del carbonio e dell'azoto, può essere rappresentato da uno o più reattori di *pre-denitrificazione* (DeNitro), seguita da quella contestuale di uno o più reattori di *ossidazione e nitrificazione* (Ox/Nitro). Segue ad entrambe una fase di *sedimentazione* (Sedim. II), dove la biomassa complessiva sedimenta separandosi dal liquame depurato (effluente).



Processo a Biomassa Sospesa per la rimozione del CARBONIO e dell'AZOTO

Per il funzionamento del processo depurativo, la *portata idrica affluente* (Q) assicura la disponibilità di substrato organico necessario al processo di denitrificazione operato da una biomassa eterotrofa in condizioni anossiche; i nitrati sono formati nella successiva fase di nitrificazione, in seguito all'ossidazione dell'azoto ammoniacale e organico in ingresso e vengono riciclati a monte sia con il fango ispessito nel bacino di sedimentazione secondaria, che con la miscela aerata.

11 DESCRIZIONE DEL PROCESSO A BIOMASSA SOSPESA PER LA RIMOZIONE DEL CARBONIO E DELL'AZOTO

11.1 CARICO DEL FANGO O FATTORE DI CARICO ORGANICO (Fc)

Si definisce *Carico del Fango* o *Fattore di Carico Organico* Fc (altrimenti detto *Food/Microrganisms* F/M) il rapporto tra il substrato alimentato Si (BOD) e la biomassa X presente nel reattore di volume V, espresso come:

$$F_c \text{ [kgBOD/KgMLSS} \cdot \text{d]} = Q \cdot S_i / X \cdot V \quad (1)$$

dove:

kgBOD/kgMLSS·d: chilogrammi di BOD al giorno per chilogrammi di MLSS

Q: portata dell'influente [m³/d]

Si: BOD in ingresso [kg/ m³]

X: concentrazione di biomassa [kg/ m³]

V: volume del reattore biologico [m³]

Se: BOD in uscita [kg/ m³]

Nel caso di liquami urbani l'andamento $\eta = f(F_c)$ è noto ed in particolare risulta:

$$\text{per } F_c \leq 0,3 \text{ (kgBOD/KMLSS} \cdot \text{d)} \rightarrow \eta \geq 90\%$$

perciò si tende ad adottare valori di $F_c \leq 0,3$

Nel caso di liquami industriali l'andamento del rendimento non è noto a priori ed è necessario ricavarlo per punti ottenuti sperimentalmente (impianto pilota).

Per il dimensionamento dei parametri caratteristici di un reattore biologico a fanghi attivi esistono nella letteratura scientifica, diversi modelli matematici in grado di analizzare il processo di depurazione biologica sia in condizioni dinamiche, che allo stato stazionario. Purtroppo, la loro applicazione è tutt'altro che semplice e richiede la valutazione di parametri specifici non sempre facilmente determinabili in laboratorio.

Per gli scopi prefissati, si riporta di seguito il criterio di dimensionamento basato sul Fattore di Carico Organico, essendo il criterio più semplice e diffuso.

Come già sottolineato, questo parametro, definito come la quantità di massa di inquinante che si può alimentare giornalmente, riferita all'unità di massa di fango attivo presente in vasca, incorpora i concetti di biodegradabilità del liquame e di efficienza di depurazione desiderata e viene generalmente espresso nel seguente modo:

$$F_c \text{ [KgBOD/Kg SS d]} = (24 \cdot Q_i \cdot \text{BOD}_5) / (V \cdot \text{MLSS})$$

dove:

V = volume della vasca di aerazione (m³)

Q_i = portata del liquame influente (m³/h)

BOD_5 = concentrazione media di sostanza organica biodegradabile nell'influente (mg/l)

MLSS = concentrazione di fanghi attivi presente nella vasca di aerazione (mg/l)

Si ricorda che:

- la (1) si può esprimere in termini di COD ricordando che $(\text{BOD}_5)_{\text{infl.}} \approx 40-60\% (\text{COD})_{\text{infl.}}$;
- nella (1) il BOD (o il COD), in presenza di sedimentazione primaria, rappresenta effettivamente circa il 70% del substrato carbonioso influente.

Dalla (1) si ricava quindi:

$$V \text{ [m}^3\text{]} = (24 \cdot Q_i \cdot \text{BOD}_5) / (F_c \cdot \text{MLSS}) \quad (2)$$

In generale, le dimensioni di una vasca aerobica a fanghi attivi, atta alla rimozione del substrato carbonioso ed alla nitrificazione dell'azoto ammoniacale per effetto dell'aerazione, sono funzione di:

- *portata liquame influente;*
- *concentrazione di sostanza organica biodegradabile nel liquame influente;*
- *concentrazione della sostanza organica che si desidera nell'effluente depurato;*
- *caratteristiche di biodegradabilità del liquame da depurare;*
- *caratteristiche di bioflocculazione ed ispessimento del fango attivo;*
- *condizioni fisico-chimiche del liquame (pH, temperatura, presenza di sostanze inibenti, ecc.).*

La scelta del valore di carico del fango F_c nell'espressione (2) si effettua in base alle considerazioni che seguono:

- ◆ se F_c è basso ($\leq 0,1$ kgBOD/KMLSS·d) si ha una scarsa disponibilità di substrato per la biomassa e, di conseguenza, un elevato rendimento di abbattimento (il poco substrato viene ossidato completamente). I microrganismi costituenti la biomassa, avendo poco substrato di cui nutrirsi, utilizzano le risorse endogene contribuendo in tal modo a produrre un fango ben stabilizzato (cioè meno ricco di sostanza organica). È possibile, infine, l'istaurarsi dei fenomeni inerenti all'abbattimento dell'ammoniaca (nitrificazione). Di contro, per ottenere un F_c basso a parità di carico in ingresso ($Q \cdot BOD$) e di concentrazione di biomassa (MLSS), è necessario disporre di grandi volumi di ossidazione (V);
- ◆ se F_c è medio-alto ($\geq 0,3$ kgBOD/KMLSS·d) si ha un'elevata disponibilità di substrato per la biomassa che, pur conseguendo buoni rendimenti depurativi, non riesce ad ossidare tutta la sostanza organica presente. In ogni caso si ha una forte produzione di fango ancora putrescibile che deve essere stabilizzato separatamente. È inoltre pressoché inibita la possibilità di instaurarsi dei fenomeni di nitrificazione biologica (pur fortemente dipendenti dalla temperatura).

La scelta del valore della concentrazione di biomassa espressa in MLSS è orientata ad ottenere un valore più elevato possibile (per ridurre il volume V) ed è limitata da due fattori:

- la necessità di mantenere nella vasca condizioni aerobiche (diventa problematico se il valore di MLSS è elevato);

- la necessità di garantire la separazione della biomassa dall'effluente nella sedimentazione secondaria (difficoltosa se il valore di MLSS è troppo elevato, a meno di sovradimensionamenti del decantatore stesso). Pertanto, il valore di MLSS viene generalmente mantenuto nell'intervallo di 3000÷5000 mg/l.

11.2 INFLUENZA DEI FATTORI AMBIENTALI

- **Ossigeno Disciolto** - Attraverso indagini sperimentali si è stabilito che la concentrazione di ossigeno disciolto, che limita il processo di nitrificazione, varia tra 0,5 e 2,5 mg/l in base alle caratteristiche del reflu, alla resistenza che il fiocco oppone alla diffusione del gas al suo interno ed al tempo di ritenzione. Limitatamente ad impianti a fanghi attivi, l'adozione di un valore di ossigeno disciolto pari a 2 mg/l (EPA, 1993), non sembra rallentare la cinetica del processo e può quindi essere adottato con sufficiente tranquillità in fase di progetto. Durante la gestione dell'impianto, al fine di evitare gli effetti negativi dell'ossigeno sulla velocità di nitrificazione, devono essere prese particolari precauzioni affinché la sua concentrazione nella vasca di reazione non scenda mai sotto 1 mg/l; va inoltre ricordato che al diminuire della concentrazione di ossigeno in vasca, aumenta il tempo di ritenzione minimo per realizzare una nitrificazione completa. E' stato dimostrato che l'attività dei Nitrobacter è influenzata dalla presenza di O₂. Esaminando dei campioni di biomassa, ognuno dei quali caratterizzato da un differente valore di pH ed in diverse condizioni di ossigenazione (variabili in un intervallo compreso tra 0,5 e 6 mg/l), si riscontra un aumento della concentrazione di nitriti, se si scende al di sotto della soglia limite di O₂ (Yang & Alleman, 1992). Per quanto riguarda il ceppo dei Nitrosomonas, il loro tasso di crescita non è limitato per concentrazioni superiori ad 1 mg/l.
- **pH** - Nel corso della nitrificazione si è riscontrata, sperimentalmente, una diminuzione del tasso di ossidazione dell'ammonio al decrescere del pH; ristabilendo poi nel Capitolo 1 – Processi biologici di depurazione 15 condizioni iniziali, si è constatato che i bassi valori di pH determinano solo un effetto inibitore e non tossico sulla popolazione batterica (EPA, 1993). Secondo l'EPA (1993), l'intervallo più favorevole per il processo è compreso tra 6,5 e 8,0, mentre per Grunditz & Dalhammar (2001) i picchi di attività per le due principali specie batteriche si osservano per valori del pH pari a 8,1 per i Nitrosomonas e 7,9 per i Nitrobacter.
- **Temperatura** - I batteri nitrificanti prediligono temperature moderate, tra i 20 e 35°C, dato che temperature troppo basse o troppo elevate possono causare rallentamenti del metabolismo (questo è il motivo per cui nelle stagioni calde la nitrificazione si svolge in

maniera ottimale). Nonostante ciò, sono state riscontrate crescite significative di alcune specie batteriche nitrificanti fino a temperature minime di 4°C e massime di 50°C (Painter, 1970). La temperatura influenza in modo differente l'attività dell'ammonio e nitrito ossidanti, infatti i valori ottimali, per i quali l'attività è massima, sono 35°C circa per i Nitrosomonas e tra 35 e 42°C per i Nitrobacter (EPA, 1993), mentre a temperature di 10-15°C Randall e Buth (1984) osservarono una maggiore attività dell'ammonio ossidanti rispetto ai nitrito ossidanti. Bisogna comunque prestare attenzione a mantenere stabile la temperatura nel reattore per evitare condizioni estreme e rapidi sbalzi. Infatti, secondo Christensen e Harremoes (1977), ciò che provoca una diminuzione considerevole della velocità di nitrificazione, sono i cambiamenti di temperatura bruschi ed imprevisti che si verificano durante la giornata, mentre le variazioni stagionali incidono in maniera meno marcata. Srna & Baggaley (1975) hanno misurato l'effetto di un rapido cambiamento di temperatura sul processo di nitrificazione. I loro studi dimostrarono che un incremento di temperatura di 4°C provoca un aumento del 50% nella velocità di nitrificazione, mentre un abbassamento di 1°C porta ad una diminuzione della velocità del 30% circa. Il tasso di crescita batterica è sempre favorito dall'aumento della temperatura; per i Nitrosomonas, in particolare, è stata ricavata una relazione valida nell'intervallo tra 5 e 30°C (EPA, 1993): (4) Capitolo 1 – Processi biologici di depurazione $\mu_{max} = 0,47 \text{ e } 0,098 (T-15)$.

- **Tempo di ritenzione e concentrazione cellulare** - La quantità di microrganismi presenti nel reattore influenza la velocità di nitrificazione, infatti, il tempo richiesto per rimuovere l'ammoniaca è inversamente proporzionale al numero di batteri e *l'intervallo di concentrazione ottimale*, necessario a portare a termine il processo, è di 1.000 , 10.000 unità per ml. Questo permette di scegliere la concentrazione della biomassa più opportuna secondo le necessità. Poiché i *batteri autotrofi* crescono più lentamente rispetto agli *eterotrofi*, si deve ricircolare il fango in modo da raggiungere la concentrazione adatta per lo svolgimento del processo.

11.3 VOLUME MINIMO DI DENITRIFICAZIONE [VDEN]

$$(1) V_{dT} = 24 \cdot V_{d20} \cdot [N-NO_{3out} / (K_n + N-NO_{3out})] \cdot [BOD / (K_s + BOD)] \cdot \delta_d^{(T-20)}$$

dove:

Velocità di denitrificazione alla generica temperatura T	V _{denT}	0,056436	[KgN-NO ₃ /KgSS×d]
Velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20 gradi	v _{d20}	0,003	[KgN-NO ₃ /KgSS·h]
Concentrazione del BOD5 nel reattore di denitrificazione	BOD	270	[mg/l]
Concentrazione dei nitrati nel reattori di denitrificazione	N-NO _{3out}	6	[mg/l]
Costante di semisaturazione relativa ai nitrati	K _n	0,1	[mg/l]
Costante di semisaturazione relativa al substrato carbonioso	K _s	0,1	[mg/l]
Coefficiente di correzione relativo alla temperatura	δ _d	1,12	[-]
Temperatura di esercizio dei liquami	T	18	[°C]

$$(2) \Delta NO_{3rid} = NO_{3in} + \Delta TKN_{elim} - (24 \cdot Q_b \cdot NO_{3out} / 1000)$$

ΔNO _{3rid}	166,58	[KgN-NO ₃ /d]
---------------------	--------	--------------------------

Nitrati ΔN-NO₃ che devono essere ridotti

$$(3) X_d = \Delta NO_{3rid} / v_{dT}$$

X _d	2951,7	[kg]
----------------	--------	------

Biomassa da garantire nel reattore di denitrificazione

$$(4) V_{den} = 1000 \cdot X_d / MLSS$$

V _{den}	737,93	[m³]
------------------	--------	------

11.4 VOLUME MINIMO DI NITRIFICAZIONE [VNIT]

$$(1) V_{nT} = 24 V_{n20} \cdot [TKN_{out} / (K_{TKN} + TKN_{out})] \cdot [OD / (K_o + OD)] \cdot \delta_n^{(T-20)} \cdot [1 - 0.833 \cdot (7.2 - pH)]$$

Dove:

Velocità di nitrificazione alla generica temperatura T	V _{nT}	0,63781	[KgTKN/KgSS×d]
Velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20°C	V _{n20}	0,075	[KgTKN/KgSS·h]
Concentrazione di TKN in uscita dal biologico	TKN _{out}	2	[mg/l]
Concentrazione di ossigeno disciolto mantenuta in vasca	OD	2	[mg/l]
pH	pH [-]	7	[-]
Costante di semisaturazione relativa all'ammoniacca	K _{TKN}	0,5	[mg/l]
Costante di semisaturazione relativa all'ossigeno disciolto	K _o	1	[mg/l]
Temperatura di esercizio Liq. (°C)	T	18	[°C]
Coefficiente di correzione relativo alla temperatura	δ	1,12	[-]

$$(2) \quad f = [1 + (BOD_{in} - BOD_{out}) / (TKN_{in} - TKN_{out}) \cdot (Y/Y_n)]^{-1}$$

dove:

Frazione "f" di batteri nitrificanti (sulla biomassa totale)	f	0,052705	[-]
Concentrazione BOD ₅ in ingresso al biologico	BOD _{in}	270	[mg/l]
Concentrazione BOD ₅ in uscita dal biologico	BOD _{out}	17,4	[mg/l]
Concentrazione TKN in ingresso al biologico	TKN _{in}	54	[mg/l]
Concentrazione TKN in uscita dal biologico	TKN _{out}	2	[mg/l]
Rapp. crescita cellulare batteri totali e quelli nitrificanti	Y/Y _n	3,7	[-]

$$(3) \quad \Delta TKN_{elim} = 24 \cdot Q_b \cdot [(TKN_{in} - TKN_{out}) - 0,05 \cdot \Delta BOD] / 1000$$

ΔTKN_{elim}	196,54	[Kg/d]
---------------------------------------	---------------	---------------

Azoto ammoniacale ed organico sintetizzato

$$(4) \quad X_n = \Delta TKN_{elim} / (f \cdot v_{nT})$$

X_n	5846,5	[Kg]
-------------------------	---------------	-------------

Biomassa che deve essere garantita nel reattore di nitrificazione

$$(5) \quad V_{NIT} = 1000 \cdot X_n / MLSS$$

V_{NIT}	1461,6	[m³]
-----------------------------	---------------	-------------

11.5 RICHIESTA DI OSSIGENO DISCIOLTO

Per mantenere condizioni aerobiche all'interno della vasca è necessario soddisfare la richiesta di ossigeno e scegliere, quindi, un opportuno sistema di aerazione.

La richiesta di ossigeno è calcolata mediante la formula:

$$R_{O_2} [Kg/d] = a_t \cdot 24 \cdot Q_{med}(24) \cdot (BOD_{5i} - BOD_{5u}) + b_{ht} \cdot V_{NITR} \cdot MLSS_d + \Delta c \cdot N_{ox} + c \cdot N_{ox-u}$$

dove:

$a_t \cdot 24 \cdot Q_{med}(24) \cdot (BOD_{5i} - BOD_{5u})$ = ossigeno necessario per ossidare il substrato carbonioso;

$b_{ht} \cdot V_{NITR} \cdot MLSS_d$ = ossigeno necessario alla fase endogena;

$\Delta c \cdot N_{ox}$ = ossigeno necessario alla ossidazione dell'azoto ammoniacale sottratto dell'apporto di ossigeno da parte dei nitrati riciclati;

$c \cdot N_{ox-u}$ = ossigeno presente nel ricircolo e utilizzato dall'azoto in uscita, ossidato nella denitrificazione.

In questa formula si è tenuto conto che in realtà i *nitrati* possono essere una *fonte di ossigeno* anche nella vasca di nitrificazione, infatti c'è da considerare che l'efficienza del sistema di aerazione può non essere così elevata e che quindi in alcuni punti del bacino si svilupperanno condizioni di anossia. Inoltre, si è considerato che con la portata di ricircolo in arrivo alla vasca di denitrificazione può arrivare anche una certa concentrazione di ossigeno che sarà quindi prontamente utilizzato dalla biomassa eterotrofa presente in tale vasca per l'ossidazione nell'azoto residuo riciccolato.

Esplicitando i termini della precedente formula, si ottiene:

$$R_{O_2}[Kg/d] = [0.5 \cdot 1.02^{(T-20)}] \cdot 24 \cdot Q_{med}(24) \cdot (\Delta BOD_5/1000) + [0.1 \cdot 1.084^{(T-20)}] \cdot V_{NITR} \cdot (MLSS_d/1000) + (4.57 - 1.7) \cdot 24 \cdot Q_{med}(24) \cdot [(\Delta TKN - N - NO_{3u} - 0.05 \cdot \Delta BOD_5)/1000] + 4.57 \cdot 24 \cdot Q_{med}(24) \cdot N - NO_{3u}$$

dove:

$0.05 \cdot \Delta BOD_5$ = frazione di azoto impiegata dai batteri eterotrofi per la loro sintesi batterica;

ΔBOD_5 = BOD abbattuto [mg/l];

ΔTKN = TKN abbattuto [mg/l];

T = temperatura [°C];

$N - NO_{3u}$ = azoto ammoniacale in uscita [mg/l];

MLSS_d = concentrazione dei solidi sospesi totali in aerazione [mg/l];

4.57 = ossigeno necessario per trasformare 1 kg di NH₃ in nitrati;

1.7 = apporto di ossigeno per 1 Kg di NO₃.

12 DATI DI DIMENSIONAMENTO E DI PROCESSO

DENITRIFICAZIONE (DENITRO)

Volume Reattore Denitro V_d	1600,00	[m ³]
Rapporto di Ricircolo Aerato R_a	3,00	[-]

OSSIDAZIONE-NITRIFICAZIONE (OX-NITRO)

Volume Reattore Ox-Nitro V_{ox-nit}	4800,00	[m ³]
Concentrazione Biomassa MLSS	4000,00	[mg/l]
Set-Point Ossigeno Disciolto OD_{sp}	2,00	[mg/l]
Temperatura Liquame T	18,00	[°C]
pH	7,00	[-]

13 VERIFICA FUNZIONALE E PRESTAZIONALE - AREA DI LAVORO

13.1 RIMOZIONE NUTRIENTI (PRE-DENITRIFICAZIONE)

Calcolo della concentrazione dei COMPOSTI AZOTATI in uscita dal bacino di nitrificazione

Per la valutazione della concentrazione dei composti azotati in uscita dal bacino di nitrificazione si parte dall'espressione del volume del bacino di nitrificazione, il quale risulta dall'equazione seguente:

$$V_{NIT}[m^3] = 1000 \cdot \Delta TKN_{elim} / (MLSS \cdot f \cdot v_{nT}) \quad [1]$$

dove:

$\Delta TKN_{elim} = TKN$ abbattuto [Kg/d];

MLSS = concentrazione dei solidi sospesi totali in vasca [mg/l];

f = frazione di batteri nitrificanti sulla biomassa totale [adimensionale];

$v_{NT} =$ velocità di nitrificazione alla generica temperatura T [KgTKN/KgSS × d].

La frazione dei batteri nitrificanti e la velocità di nitrificazione, che compaiono nell'equazione [1], risultano rispettivamente dalle seguenti formule:

$$f = [1 + (BOD_i - BOD_u) / (TKN_i - TKN_u) \cdot (Y/Y_n)]^{-1} \quad [2]$$

dove:

BOD_i = concentr. equivalente di carico organico in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];

BOD_u = concentr. equivalente di carico organico in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];

TKN_i = concentr. azoto organico ed ammoniacale in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];

TKN_u = concentr. di azoto organico ed ammoniacale in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];

Y/Y_n = rapporto dei coefficienti di crescita cellulare dei batteri totali e di quelli nitrificanti [adimensionale], valore che può essere assunto pari a 3.7 (Y = 0.88 g SS/g TKN; Y_n = 0.24 g SS/g TKN).

$$v_{NT} [KgTKN/KgSS \cdot d] = 24 \cdot v_{n20} \cdot [TKN_u / (K_{TKN} + TKN_u)] \cdot [DO_{ox} / (K_O + DO_{ox}) \cdot \delta_n^{(T-20)} \cdot [1 - 0.833 \cdot (7.2 - pH)]] \quad [3]$$

dove:

$v_{n20} =$ velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20°C; mediamente pari a 0.075 [KgTKN/KgSS × h];

DO_{ox} = concentrazione di ossigeno disciolto mantenuta in vasca pari a 1,5 mg/l;

K_{TKN} = costante di semisaturazione relativa all'ammoniaca, pari a 0.5 mg/l;

K_O = costante di semisaturazione relativa all'ossigeno disciolto, pari a 1.0 mg/l;

T = temperatura di esercizio [°C];

$\delta_n =$ coefficiente di correzione relativo alla temperatura, pari a 1.12 [adimensionale].

Sostituendo le equazioni [2] e [3] nell'equazione [1], quest'ultima diviene:

$$V_{NIT}[m^3] = A \cdot \frac{Q_{med}(24)}{v_{NT}}$$

Avendo definito A come:

$$A = \frac{Q_{med}(24)}{v_{NT}}$$

Si ottiene un'equazione di terzo grado, nell'incognita TKN_u:

$$TKN_u^3 + \psi \cdot TKN_u^2 + \xi \cdot TKN_u + \eta = 0$$

in cui:

$$\psi = (V_{NITR}/A) + 0.5 - 3.7 \times \Delta BOD - 2 \times TKN_i + 0.05 \times \Delta BOD$$

$$\xi = TKN_i^2 + 3.65 \times TKN_i \times \Delta BOD + 0.5 \times 0.05 \times \Delta BOD - 0.5 \times 3.7 \times \Delta BOD - 3.7 \times 0.05 \times \Delta BOD^2 - V_{NITR} \times TKN_i / A$$

$$\eta = 0.5 \times (TKN_i^2 + 3.65 \times TKN_i \times \Delta BOD - 3.7 \times 0.05 \times \Delta BOD^2)$$

Delle tre soluzioni, assume significato fisico quella avente espressione:

$$TKN_U = \text{undefined}/2$$

in cui:

$$X1 = (\cos\alpha/\Omega) - \psi/3$$

$$\alpha = \arccos [(p/q) \times (-6.75/p)^{1/2}]$$

$$\Omega = (-0.75/p)^{1/2}$$

$$q = 2 \times \psi^3/27 - \psi \times \xi/3 + \eta$$

$$p = -\psi^2/3 + \xi$$

Calcolo della concentrazione di nitrati in uscita (N-NO_{3u}) dal bacino di nitrificazione

Variare il fattore di ricircolo interno della miscela aerata o variare il volume di denitrificazione, comporta un diverso effetto sulla concentrazione dei nitrati in uscita dal bacino di nitrificazione; l'algoritmo per il calcolo di N-NO_{3u} dovrà quindi risultare dalla combinazione dei due effetti.

In particolare, la concentrazione di nitrati in uscita dal bacino di ossidazione-nitrificazione che deriva dalla considerazione di R_{mix_aer} risulta dall'espressione:

$$N-NO_{3u(R_{mix_aer})} [mg/l] = (TKN_i - TKN_u - 0.05 \times \Delta BOD_5) / (R_{mix_aer} + R_{int} + 1) \quad [4]$$

dove:

ΔBOD_5 = BOD₅ abbattuto [mg/l];

R_{mix_aer} = rapporto di ricircolo interno della miscela aerata [adimensionale];

R_{int} = rapporto di ricircolo interno dei fanghi dal sedimentatore secondario [adimensionale].

Per la determinazione della concentrazione di nitrati in uscita che deriva dalla considerazione di V_{DEN} si è, invece, partiti dall'equazione per la determinazione del volume del bacino di denitrificazione:

$$V_{DEN} [m^3] = 1000 \cdot \Delta(N-NO_{3elim}) / (MLSS \cdot v_{dT}) \quad [5]$$

Considerando le espressioni di ciascuno dei parametri che compaiono nell'equazione [5], operando le opportune sostituzioni e compiendo idonei passaggi si giunge alla seguente equazione di secondo grado:

$$N-NO_{3u(V_{den})}^2 + C \cdot N-NO_{3u(V_{den})} + D = 0$$

Avendo definito i coefficienti:

$$A = MLSS \cdot 0.003 \cdot 24 \cdot [BOD_5 / (0.1 + BOD_5)] \cdot 1,12^{(T-20)};$$

$$B = 24 \cdot (TKN_i - TKN_u - 0.05 \cdot \Delta BOD_5);$$

$$C = (-B + 2.4 \cdot Q_{med} + V_{DEN} \cdot A) / (24 \cdot Q_{med});$$

$$D = -0.1 \cdot B / (24 \cdot Q_{med}).$$

Delle due soluzioni quella avente significato fisico ha la seguente espressione:

$$N-NO_{3u(Vden)} = [-C + (C^2 - 4 \cdot D)^{1/2}] / 2 \quad [6]$$

Il valore di $N-NO_{3u}$ risulta dalla combinazione delle equazioni [4] e [6], ovvero dalla seguente relazione:

$$N-NO_{3u} [mg/l] = (N-NO_{3u(Rmix_aer)} \cdot K_{Rmix_aer} + N-NO_{3u(Vden)} \cdot K_{Vden}) / (K_{Rmix_aer} + K_{Vden})$$

in cui:

$$K_{Rmix_aer} = 1 - R_{mix_aer} / (k + R_{mix_aer});$$

$$K_{Vden} = 1 - K_{Rmix_aer}.$$

Verifica Funzionale Impianto		
Abitanti Equivalenti effettivi AE	22464	[Ae]
Fattore Carico Organico Fc	0,05265	[Kg/kgd]
Età del Fango SRT	27,539	[d]

Verifica Funzionale DENITRO/NITRO

Capacità Bio-Depurativa Residua	31,914	[%]
Denitrificazione Favorita	Nitrificazione Favorita	

Verifica Funzionale Globale Sistema di AERAZIONE

SetPoint OD min	0,6318	[mg/l]
Richiesta di Ossigeno A.O.R.	2854,9	[KgO ₂ /d]
S.O.R.	5673,4	[KgO ₂ /d]
Portata d'Aria richiesta Ga	5628,4	[Nm ³ /h]
Potenza richiesta Pist	87,24	[kW]
Energia di Aerazione Ea	2093,8	[kWh/d]

PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE





coeff. α	0,72	[-]
coeff. β	0,95	[-]
Rendimento Insuflazione d'Aria	0,15	[-]
Rapporto Compressione Aria	1,40	[-]
Ore/giorno Funz. Aerazione	24,00	[h/d]

Verifica Recupero di Energia di Aerazione

Margine Recupero Energia Aerazione (ODmin)	16,581	[%]
Recupero di Energia di Aerazione ODmin	126720	[kWh/a]
Recupero Economico Teorico	15206	[€/anno]

AREA DI LAVORO DEL BIOLOGICO

PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE

	Retta del BOD _{max}	400,00	[mg/l]
	Retta del BOD _{min}	200,00	[mg/l]
	MLSS _{max}	6000,00	[mg/l]
	MLSS _{min}	2000,00	[mg/l]

13.2- SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

Il bacino di sedimentazione secondaria è il componente dell'impianto che provvede alla decantazione della miscela di acqua e fiocchi di fango biologico proveniente dal bacino di ossidazione-nitrificazione, con conseguente separazione dell'acqua chiarificata dai fiocchi l'ispessimento del fango attivo da ricircolare.

Per la verifica della sezione di trattamento in esame vengono forniti in input i valori relativi ai seguenti parametri:

- *Portata di ricircolo dei fanghi provenienti dalla sedimentazione secondaria, Q_r;*
- *Carico di solidi superficiale, C_s;*
- *Volume del sedimentatore secondario, V_{ss};*
- *Area del sedimentatore secondario, A_{ss}.*

INPUT	
Q _r [m ³ /h]	166,4
C _s [KgSS/m ² h]	4
V _{ss-tot} [m ³]	1702,5
A _{ss-tot} [m ²]	681,00

Calcolo dell'altezza del sedimentatore secondario

Sulla base dei parametri forniti in output, si ottiene il valore dell'altezza del sedimentatore secondario mediante la formula:

$$H_{ss} [m] = V_{ss} \times A_{ss}$$

Calcolo del tempo di ritenzione nel bacino di sedimentazione secondaria

La valutazione del tempo di ritenzione nel bacino di sedimentazione secondaria risulta dalla seguente relazione:

$$TR_{ss} [h] = V_{ss} / Q_{med}$$

Calcolo della concentrazione dei solidi sospesi nell'effluente e nei fanghi di ricircolo

Per il calcolo dei solidi sospesi nell'effluente si fa riferimento al valore medio risultante dalle formule [7] e [8]:

$$S_{Se1} [mg/l] = 5.3616 \times \exp (0.1787 \times MLSS \times 10^{-3} + 1.315 \times Q_{med}/A_{ss}) [7]$$

dove:

Ass = area del sedimentatore secondario; $A_{ss} = V_{ss}/H_{ss}$.

$$S_{Se2} [mg/l] \sim 7.5 C_s [8]$$

Nel fango di ricircolo il valore della concentrazione dei solidi sospesi risulta dalla seguente formula:

$$S_{Sr} [mg/l] = (R_{fanghi} + 1) \times MLSS / R_{fanghi}$$

OUTPUT	
Hss [m]	2,5
S _{Se} [mg/l]	7,8935
S _{Sr} [mg/l]	9000
R _{fanghi} [-]	0,80
Prod. Fango [Kg/d]	692,02
Supero Q _w [m ³ /d]	94,204

Calcolo della portata di supero e della produzione di fango giornaliera

La portata di supero, invece, è valutata come segue:

$$Q_w [m^3/d] = 24 \times Q_{med} \times (y \times (BOD_{in} - BOD_{out}) - S_{Se} / (S_{Sr} - S_{Se}))$$

dove:

y = rendimento netto di crescita

Il fango prodotto è calcolato mediante la seguente formula:

$$Prod. Fango [Kg/d] = Q_w \times S_{Sr} / 1000$$

Produzione FANGHI di Supero

Quantità di Fanghi Supero	692,02	[Kg/d]
Portata Fanghi Supero	94,204	[m ³ /d]
Percentuale secco	0,735	[%]
SSV/SST	0,64052	[-]

14 RISULTATI SULLA QUALITÀ DELL'EFFLUENTE (USCITA SEDIMENTATORE SECONDARIO)

Concentrazione COD out	45,086	[mg/l]
Concentrazione BOD5 out	9,086	[mg/l]
Concentrazione NH4 out	5,82	[mg/l]
Concentrazione NO3 out	3,473	[mg/l]
Concentrazione P out	1,474	[mg/l]
Concentrazione SST out	7,8935	[mg/l]

15 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 stabilisce i nuovi valori limite di emissione e immissione delle sorgenti sonore (in sostituzione di quelli stabiliti dal precedente DPCM 1° marzo 1991) con riferimento alle diverse classi di destinazione d'uso in cui è diviso il territorio comunale.

Classificazione del territorio comunale	
Classe Descrizione	Classe Descrizione
I Aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
III Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici; aree portuali a carattere turistico.
IV Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali a carattere commerciale-industriale, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Con riferimento alle caratteristiche dell'area nella quale insiste lo stabilimento, si può ritenere che la stessa ricada in **classe VI - Aree esclusivamente industriali**.

I limiti stabiliti di emissione dal DPCM 14.11.1997, sono riportati nella tabella seguente:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (L_{eq}) (06:00 - 22:00)	Notturmo (L_{eq}) (22:00 - 06:00)
I – Aree particolarmente protette	45	35
II – Aree prevalentemente residenziali	50	40
III – Aree di tipo misto	55	45
IV – Aree di intensa attività	60	50
V – Aree prevalentemente industriali	65	55
VI – Aree esclusivamente industriali	65	65

Valori limite di emissione del livello sonoro equivalente nelle diverse aree di destinazione d'uso (dB(A))

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (L_{eq}) (06:00 - 22:00)	Notturmo (L_{eq}) (22:00 - 06:00)
I – Aree particolarmente protette	50	40
II – Aree prevalentemente residenziali	55	45
III – Aree di tipo misto	60	50
IV – Aree di intensa attività	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	70	60
VI – Aree esclusivamente industriali	70	70

Valori limite di immissione del livello sonoro equivalente nelle diverse aree di destinazione d'uso (dB(A))

Con riferimento alle caratteristiche dell'area nella quale insiste lo stabilimento, si può ritenere che la stessa ricada in classe VI - Aree esclusivamente industriali

15.1 DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI NELL'AREA

Corpo ricettore	Tipologia	Distanza (m)
Ricettore N° 1	Unità produttiva	100
Ricettore N° 2	Azienda Agricola	534
Ricettore N° 3	Unità produttiva	560
Ricettore N° 4	Unità produttiva	405
Ricettore N° 5	Unità produttiva	570
Ricettore N° 6	Unità produttiva	457
Ricettore N° 7	Unità produttiva	677



Eventuali modifiche alle suddette conclusioni dovranno peraltro essere apportate qualora l'attuazione della zonizzazione acustica nel comparto in esame a opera della pubblica

amministrazione dovesse comportare una destinazione d'uso di classe inferiore a quella utilizzata come riferimento nella precedente valutazione.

16 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Uno degli impatti più importanti determinato dagli impianti di depurazione è rappresentato dalle emissioni e diffusioni di odori sgradevoli. È difficile stabilire con precisione la natura chimica dei principali composti responsabili degli odori, soprattutto per quelli di fonte industriale. Le sostanze che comunemente si riscontrano nei comuni processi di depurazione biologica delle acque reflue hanno in comune il fatto di essere il risultato di trasformazioni anaerobiche.

Tali sostanze possono essere così raggruppate:

- Composti solforati
- Composti azotati
- Acidi organici e aldeidi, chetoni e alcoli.

Stato dell'inquinante	Tipo	Inquinante
Gas	Sostanze odorigene	Sostanze odorigene

La società Abbanoa S.p.A. non ha mai rilevato problemi all'interno del sito relativamente a questo aspetto, né sono stati segnalati disturbi in tal senso dai siti vicini.

Per quanto riguarda la sezione di trattamento dei rifiuti liquidi, possono essere conferiti esclusivamente rifiuti non pericolosi e provenienti prevalentemente da industrie alimentari, depurazione delle acque, manutenzione di fognature e fosse settiche.

Tali rifiuti arriveranno nell'impianto dedicato con autobotte e scaricati nella postazione attrezzata con punto di attacco a tenuta, limitando di fatto la diffusione di emissioni odorigene in ambiente esterno.

L'accettazione di rifiuti con alto carico organico consente in generale una migliore efficienza del processo depurativo ed un correlato minor impatto odorigeno.

Ad ogni modo, se si dovessero manifestare effetti inattesi sotto questo aspetto e tali da causare situazioni di disturbo, si provvederà ad effettuare misure delle unità odorigene ed eventualmente valutare l'applicazione di misure mitigative.

17 RIFIUTI

La società ABBANO S.p.A. - Gestore Unico del Servizio Idrico Integrato della Regione Sardegna, richiede la Verifica di assoggettabilità al V.I.A. ex-post, al fine dell'ottenimento del rinnovo dell'Autorizzazione per ricevere mediante conferimento con autobotte, e trattare presso l'impianto di depurazione di Macomer – Tossilo, i seguenti rifiuti liquidi per un totale di 14.500 (t/a):

Codice EER	Descrizione	Quantità (t/a)
02 02 03	RIFIUTI DELLA PREPARAZIONE E DELLA LAVORAZIONE DI CARNE, PESCE ED ALTRI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE - <u>scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione</u>	1.000
02 05 01	RIFIUTI DELL'INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA - <u>scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione</u>	500
02 05 02	RIFIUTI DELL'INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA - <u>fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti</u>	500
19 02 06	RIFIUTI PRODOTTI DA SPECIFICI TRATTAMENTI CHIMICO-FISICI DI RIFIUTI INDUSTRIALI - <u>fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, diversi da quelli di cui alla voce 19 02 05</u>	500
19 08 05	RIFIUTI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE, NON SPECIFICATI ALTRIMENTI - <u>fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane</u>	1.500
19 08 09	RIFIUTI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE, NON SPECIFICATI ALTRIMENTI - <u>miscele di oli e grassi prodotte dalla separazione olio/acqua, contenenti esclusivamente oli e grassi commestibili</u>	500
19 08 12	RIFIUTI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE, NON SPECIFICATI ALTRIMENTI - <u>fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 11</u>	500
19 08 14	RIFIUTI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE, NON SPECIFICATI ALTRIMENTI - <u>fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13</u>	500
19 09 02	RIFIUTI PRODOTTI DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA O DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE - <u>fanghi prodotti dai processi di chiarificazione dell'acqua è quello usato per i fanghi che mandiamo a discarica</u>	500
19 09 99	RIFIUTI PRODOTTI DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA O DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE - <u>rifiuti non specificati altrimenti</u>	1.000
20 03 04	ALTRI RIFIUTI URBANI - <u>fanghi delle fosse settiche</u>	3.500
20 03 06	ALTRI RIFIUTI URBANI - <u>rifiuti della pulizia delle fognature</u>	4.000

18 ALLEGATO 1

DENOMINAZIONE	ATTIVITA'	ATTIVE SI/NO
ECOLBIA	SFASCIACARROZZE	SI
PILU MARIO COSTRUZIONI	IMPRESA EDILE	SI
LAVORAZIONE MARMI F.LLI SCHINTU SNC DI SCHINTU CLAUDIO & C	LAVORAZIONE MARMI	SI
MARONGIU ANNA MARIA	PANIFICIO -PASTIFICIO	SI
F.LLI CHERCHI DI I.G. CHERCHI & C.	DEPOSITO GPL	SI
EFFE CAL SRL	PRODUZIONE CALCESTRUZZO	SI
AUTOTRASPORTI F.LLI BARRIA DI LUIGI & C	AUTOTRASPORTI	SI
NICOLA DETTORI	ABITAZIONE	SI
CENTROLUCE DI MURA BRUNO	COMMERCIO DETTAGLIO E INGROSSO DI MAT. ELETTRICO E IDROTERMO; REALIZZAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI E TERMOIDRAULICI	SI
EDIL C.I. SARDEGNA DI CAPEDDU & C.	PROD TRAVETTI E DEPOSITO	SI
ECOTRASH COMPANY	POLO LOGISTICO -DEPOSITO RIFIUTI	SI
CABIZZOSU EREDI		SI
ICART SRL	CANCELLERIA E ARREDO UFFICIO	SI
CASU MARCO	SEGHERIA	SI
PROGECO DI FIORI SILVIA & C.	CENTRO ELABORAZIONE DATI	SI
GIAMMARIO MULAS	IMPRESA EDILE	SI
ATZORI - SATTA - CANU (CEDUTO IN LOCAZIONE A DITTA NON DICHIARATA)		SI
FAMILY SRL (AMBROSI PIERO)	DEPOSITO ABBIGLIAMENTO	SI
DORE DISTRIBUZIONI DI DORE FRANCO	DEP MATERIALI CARTACEI	SI
CENTRO REVISIONI MARGHINE PLANARGIA DI SERRA PIETRO	ROTTAMAZIONE E OFFICINA	SI
AUTOTRASPORTI F.LLI MELONI	SEGHERIA	SI
DEL PIANO MOTORS DI DEL PIANO RICCARDO	OFFICINA MECCANICA	SI
FERRARI SNC DI TIZIANA E DINA FERRARI	PRODUZIONE ECOMMERCIO MATERIALI	SI
F.LLI SANTONI	DEPOSITO MATERIALI EDILI	SI
AUTOCARROZZERIA COINU	AUTOCARROZZERIA	SI
CARTA PIERLUIGI		SI
UDA M.F.DI MARCO E FABIO - IL PAESE DELLE MERAVIGLIE	DEPOSITO GENERI ALIMENTARI	SI
NUOVA EUROSERVIZI	OFFICINA MECCANICA	SI
PIGA BASILIO	DEP MEZZI MOVIMENTO TERRA	SI
PUNTO BEVERAGE		NO
F.LLI SECHI DI SECHI OSVALDO & C.	DEPOSITO FERRAMENTA	SI
ATZORI SALVATORE	OFFICINA MECCANICA	SI
SERRA GRAZIANO	CARPENTERIA METALLICA	SI
VIOLANTI DIEGO	OFFICINA MECCANICA	NO
LA GENOVESE GOMME SPA	ASSISTENZA GOMME	SI
DUEDI - ELCOM	RICAMBI AUTO- FORNITURE ELETTRICHE	SI

DENOMINAZIONE	ATTIVITA'	ATTIVE SI/NO
STYLE ART	DEP MAT EDILI	SI
PIRAS ANTONIO	LAVORAZIONE POLISTIROLO	SI
RECANATI S.A.S. DI RECANATI ANTONIO & C	COMMERCIO CALZATURE E ACCESSORI	SI
URGEGHE		SI
DG SERRAMENTI		SI
CARTA EREDI	DEPOSITO RIFIUTI SOLIDI URBANI	NO
LOI MARIO	IMPRESA EDILE	SI
GIERRE SNC DI GIORDANO NUNZIO &	CARTELLONI PUBBLICITARI	SI
RECANATI	BAR CAFFE'	SI
CENTRO FITNESS DI STEFANIA GIULIANI	PALESTRA, CENTRO FITNESS	SI
CAPPAI SALVATORE STEFANO	FRANTOIO	SI
SOC. COOP. IMPIANTI CENTRO SARDEGNA I.C.S.	IMP ELETTR TERMIDRAULICI	SI
CONTINI FRANCO	IMPIANTI TERMIDRAULICI	SI
UNIONE DEI COMUNI	DEPOSITO AUTOMEZZI	NO
AMADORI MICHELE		SI
MARRAS SALVATORE	FALEGNAMERIA	SI
OLEIFICIO CAPPAI	FRANTOIO	NO
TEKNOSYSTEM	LABORATORIO INFORMATICO	SI
SCARPA SALVATORE		SI
QUIRIGONI ANTONELLO		SI
F.LLI DELEDDA		SI
SALUMIFICIO DEL MARGHINE		SI
DOMUSREA	OFFICINA	SI
ARAL AUTOLAVAGGIO	AUTOLAVAGGIO	SI
SOCIETÀ SPETTACOLI S.R.L.S	BAR RISTORAZIONE	SI
SCANU LEONARDO -CORDA SILVIA	ABITAZIONE IN AFFITTO	SI
NUOVA AGRICOLA MARGHINE	DEPOSITO MANGIMI-FERRAMENTA	SI
LIBRI E DIDATTICA DI LEONI ANGELINO	CONF PRODOTTI ALIMENTARI	SI
SARDA AGRO-ALIMENTARI (S.A.A) - LIBRI E DIDATTICA DI LEONI ANGELINO	CONF PRODOTTI ALIMENTARI	SI
MECH INFISSI IN ALLUMINIO DI ROBERTO MELIS	INFISSI IN ALLUMINIO	SI
TANDA MARIO		NO
SIGNALMARK SRL	PROD SEGNALETICA STRADALE	SI
PIRAS PANTALEO	IMPIANTI ELETTRICI E DI RISCALDAMENTO	SI
AUTOCARROZZERIA DALL'OCA E SOTGIU	CARROZZERIA	SI
ABN AUTORICAMBI	AUTORICAMBI	SI
S.T.R. SERRAMENTI DI STEFANELLI SILVIO & TROGU RENATO SNC	INFISSI IN ALLUMINIO	SI
3 CM DI MADAU MONIA RITA	SEGHERIA	SI
MELAS SRL	PRODUZIONE INFISSI IN ALLUMINIO	NO

DENOMINAZIONE	ATTIVITA'	ATTIVE SI/NO
DESSI GIANLUCA	INFISSI	SI
F.LLI CAPPAL DI MASSIMO CAPPAL &C	OFFICINA MECCANICA	SI
RUBATTU ANDREA	CENTRO FITNESS	SI
F.LLI RESTUCCIA	AUTOCARROZZERIA	SI
ALUPLASTIC DI DESSI GIANLUCA	INFISSI SERRAMENTI	SI
CROBE MANUELA	MATERIALI EDILI	SI
RUIU DI MARIA GIOVANNA E STEFANIA RUIU	GIOIELLERIA, OROLOGERIA, LABORATORIO ORAFO, ARTICOLI DA REGALO	SI
LOI MARIO	IMPRESA EDILE	SI
CIAK S' INFORNA	PANIFICIO E DOLCIFICIO	SI
COSSU	DEPOSITO	SI
TELECOM ITALIA SPA	CENTRALE TELEFONICA	SI
ELIOGRAFIA URTIS DI SERGIO E ANTONIO URTIS	RIPRODUZIONE DISEGNI E FOTOCOPIE GRANDI FORMATI	NO
MURETTI GIANFRANCO & C.	VENDITA ARTICOLI DA REGALO E CASALINGHI	SI
GAMBULA ROBERTO	FORNITURE PER TERMOIDRAULICA, RISCALDAMENTO, ARREDO BAGNO	SI
F.LLI CASTORI DI UGO & C	RIPARAZIONE E MANUTENZIONE DI IMPIANTI FRIGORIFERO	SI
ROSSI EMILIO	OFFICINA MECCANICA	SI
MADEDDU NATALINO	IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	SI
BENARREDO DI GIORGIO ATZORI	DEPOSITO ESP. MOBILI	SI
PUNTO BEVERAGE	SETTORE BEVERAGE ED ENOTECA	SI
SCOGNAMILLO LUCIANO	OFFICINA MECCANICA	SI
MANCA & SANNA	RIVENDITA MANGIMI PER ANIMALI	SI
MECCATRONICA DANIELE SANNA	ELETTRAUTO	SI
ELETTRAUTO CENTRO INSTALLAZIONI FALCHI GIUSEPPE	ELETTRAUTO	SI
ECOLUBREX	VENDITA GAS METANO GPL IN BOMBOLE	SI
F.LLI CHERCHI	SEGHERIA	SI
ECOCENTRO COMUNE DI MACOMER		SI
SALARIS CATERINA	CONFEZIONE DISTRIBUZIONE VINI	SI
RUGGIU		SI
SIRIO SYSTEM	REGISTRATORI DI CASSA	SI
IL GRANELLO DI SENAPE DI URIELE MURONI &C SAS	LAVORAZIONE PASTA FRESCA	SI
F.LLILUGAS +LUGAS GIUSEPPE	IMPRESA EDILE	SI
PRISMA COSMETICS CENTER	FORNITURE PARRUCCHIERI ED ESTETISTE	SI
PANIFICIO CUCCURU DI CUCCURU LUIGI &C	PANIFICIO	SI
PRISMA COSMETICS CENTER	FORNITURE PARRUCCHIERI ED ESTETISTE	SI
TECNOCENTER DEI F.LLI MADEDDU	INSTALLAZIONE E MANUT. IMPIANTI TECNOLOGICI	SI
FADDA ALESSANDRO	FALEGNAMERIA	SI
GARAGE SHOCK FODDIS SALVATORE	OFFICINA MECCANICA	SI
SANNA ANTONIO	OFFICINA MECCANICA	SI
RUGGIU PAOLO	VENDITA E RIPARAZIONE MACCHINE	SI

DENOMINAZIONE	ATTIVITA'	ATTIVE SI/NO
LEDDA SERGIO	FALEGNAMERIA	SI
FARA VIAGGI	DEPOSITO MEZZI	SI
CENTRO ESTETICO AUTO E MOTO DI NIOLU ALDO	OFFICINA MECCANICA	SI
TENSO PROGETTI +MACOPLAST	PRODUZIONE E VENDITA DI TENDE	SI
F.LLI GURRIERI DI STEFANO E FRANCESCO GURRIERI	LAVORAZIONE ALLUMINIO	SI
MURA GAVINO		SI
G.P AUTO DI PIREDDU GIUSEPPE	OFFICINA MECCANICA	SI
TOP MODA S.N.C. DI TEODESIO ANT.E F.LLI	DEPOSITO ABBIGLIAMENTO	NO
SOLINAS GIOVANNI	GOMMISTA	SI
AUTO MOTO CARROZZERIA LUXURY	AUTOCARROZZERIA	SI
PIRAS ANTONIO	IMPIANTI TERMIDRAULICI	SI
CIANCILLA PAOLO		SI
SECHI M. ANTONIETTA	DEPOSITO MEDICINALI	SI
LA TECNOELETTRICA DI PIGA GIANFRANCO	IMPIANTI ELETTRICI	SI
GAMBULA		SI
MELE DOMENICO		SI
MELONI GIAMPIERO		SI
F.LLI ARCA DI QUIRICO	AUTOCARROZZERIA	SI
GR S.N.C GIORDANO NUNZIO	CARTELLONISTICA PUBBLICITARIA	SI
ECO ENERGY SRL	COMERCIO PRODOTTI RISCALDAMENTO	SI
UNICALCESTRUZZI	CALCESTRUZZI	SI
RUGGERI		SI
PUTZULU GIAMPIERO S.A.S	COMMERCIO DI CAGLIO E VINO SARDO	SI
CAPPAI TRASPORTI		SI
SARDAPINS SRL		SI
IL GATTO E LA VOLPE	COMMERCIO ALL'INGROSSO DI FIORI E	SI
NUOVA CENTRO CARNI SRL	MACELLAZIONI ANIMALI E RIVENDITA CARNI	SI
SIGMA INDUSTRIA GRAFICA SRL	INDUSTRIA GRAFICA E CARTELLONISTICA	SI
MFB MULINO BRUNDU		SI
MFB MULINO BRUNDU		SI
OMMI OFFICINA MECCANICA	OFFICINA MECCANICA	SI
FORMA SRL	CONFEZIONAMENTO CARNI	SI
CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER	UFFICI	SI
ALBERTO PORCU IMPIANTI	INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE IMPIANTI ELETTRICI E TECNOLOGICI	SI
DE MARTINI ANTONIO	IMPIANTISTICA CARPENTERIA E MONTAGGI INDUSTRIALI	SI
F.O.I. SRL	INDUSTRIA CASEARIA	SI
CENTRO CARNI E PELLI FORMA	MACELLAZIONE ANIMALI, LAVORAZIONE PELLI	SI
EUROINFISSI S.R.L.	INFISSI	NO
AURORA IMMOBILIARE		SI
SIAD SOC.IT.ACETILENE & DERIVATI SPA	IMBOMBOLAMENTO DI VARIE TIPOLOGIE DI GAS	SI

DENOMINAZIONE	ATTIVITA'	ATTIVE SI/NO
TOXILOG	DEPOSITO ALIMENTARE	SI
MD - SEQUENZA		SI
LOGISTICA TRASPORTI	AUTOTRASPORTI CONTO TERZI	NO
OIL SERVICE - DISTRUBUTORE CARBURANTI	DISTRIBUTORE CARBURANTI	SI
CENTRO INFISSI SRL	COMMERCIALIZZAZIONE INFISSI	SI
SERBATOI IDRICI CONSORTILI		SI
TOS. FORM. SRL	STAGIONATURA FORMAGGI	SI
PROF&A S.R.L.	PRODUZIONE MANGIMI	SI
ALIMENTA SRL	LAVORAZIONE DERIVATI DEL LATTE E DEL SIERO IN POLVERE	SI
GUTTIAU	PANE CARASAU	SI
LA SPESA INTELLIGENTE (EUROSPIN- C.FADDA)		SI
CIAO BRICO SRL-C.FADDA	VENDITA FAI DA TE	SI
LOI MARIO		SI
F.LLI ALZU S.R.L.	INGROSSO ORTOFRUTICOLO	SI
FER.COS. SPA	PRESAGOMATURA	SI
VIANDER	INDUSTRIA ALIMENTARE	SI
ENEL - SOTTOSTAZIONE		SI
MONDIAL ALIMENTA SRL / COGEMA	LOCAZIONE IMMOBILIARE DI BENE PROPRIO	SI
C.P. BASALT SRL	LAVORAZIONE MATERIALI LAPIDEI	SI
TECNOSARDA INFISSI SNC	PRODUZIONE SERRAMENTI ED INFISSI	SI
SARDAFLOR	DEPOSITO PIANTE E FIORI	SI
PRISMA COSMETICS CENTER	DEPOSITO COSMETICI	SI
EFFE2AUTO	DEPOSITO AUTOMOBILI	SI
TOSSILO SPA	LAVORAZIONE E DEPOSITO RIFIUTI ORGANICI	SI
LA.CE.SA	INDUSTRIA CASEARIA	SI