

SardHy
Green Hydrogen S.r.l.
Stabilimento di Sarroch (Cagliari)

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE MEDIANTE
ELETTROLISI**

Studio di Impatto Ambientale
D.lgs. 152/2006

Quadro di riferimento ambientale

AM-RT10003

SardHy Green Hydrogen S.r.l.
Stabilimento di Sarroch (CA)

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE
MEDIANTE ELETTROLISI**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO GENERALE:

SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie

Ing. Manolo Mulana

Ing. Alessandro Casula (GreenHeadLight Srl SB)

Gruppo di lavoro:

Ing. Alessandro Casula (Coordinatore e responsabile)

Ing. Gabriele Insabato

Ing. Angela Nunziata

Dott.ssa Francesca Natalizio

Dott.ssa Elena Tasca

Dott.ssa Giulia Tettamanti

Collaborazioni specialistiche:

Paesaggistica – Ing. Paolo Alessandro Tarenzi

Rumore – Dott. Francesco Perria – Ing. Manuela Melis

Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.
0	05/08/2022	Emissione per procedura di PAUR	GreenHeadLight Srl SB	Sartec	Sartec

SOMMARIO

D.1	INTRODUZIONE.....	11
D.2	CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE AMBIENTALE	13
D.2.1	CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI.....	13
D.2.1.1	Individuazione delle azioni di progetto.....	14
D.2.1.2	Individuazione degli aspetti ambientali	16
D.2.1.3	Componenti ambientali	18
D.2.1.3.1	Esclusioni	19
D.2.1.4	Il quadro riassuntivo degli impatti.....	22
D.3	L'ATTUALE STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	25
D.3.1	ATMOSFERA.....	25
D.3.1.1	Premessa	25
D.3.1.2	Inquadramento meteo-climatico.....	25
D.3.1.2.1	Caratteri climatologici generali	25
D.3.1.2.2	Precipitazioni.....	26
D.3.1.2.3	Temperatura.....	26
D.3.1.2.4	Anemologia	27
D.3.1.2.5	Stabilità dell'atmosfera	27
D.3.1.3	Livello qualitativo della componente	29
D.3.1.3.1	Qualità dell'aria a livello locale	29
D.3.1.3.1.1	Normativa di riferimento	29
D.3.1.3.1.2	Esiti dei rilevamenti della qualità dell'aria nel sito produttivo di Sarroch.....	32
D.3.1.3.2	Clima e qualità dell'aria a livello globale	37
D.3.2	SUOLO E SOTTOSUOLO	40
D.3.2.1	Premessa	40
D.3.2.2	Inquadramento geomorfologico	40
D.3.2.3	Inquadramento geologico-strutturale	44
D.3.2.3.1	Inquadramento generale	44
D.3.2.3.2	Unità intrusiva di Villacidro - Facies Monte Lattias (VLDc): Leucosienograniti a biotite.....	46
D.3.2.3.3	Formazione di Pala Manna (PMN).....	47
D.3.2.3.4	Andesiti di Monte Arrubiu (MAB).....	48
D.3.2.3.5	Corteo filoniano (fq)	48
D.3.2.3.6	Formazione del Cixerri (CIX)	48
D.3.2.3.7	Depositi Quaternari	49
D.3.2.3.7.1	Depositi pleistocenici.....	49
D.3.2.3.7.2	Depositi olocenici	50
D.3.2.3.7.3	Depositi di versante (a)	50
D.3.2.3.7.4	Coltri eluvio-colluviali (b2)	50
D.3.2.3.7.5	Depositi alluvionali (ba)	51
D.3.2.3.7.6	Depositi alluvionali terrazzati (bn)	51
D.3.2.3.7.7	Depositi antropici (ha; h1)	52
D.3.2.4	Inquadramento pedologico	52
D.3.2.5	Uso e Capacità d'uso del suolo	54
D.3.2.6	Inquadramento sismico.....	56
D.3.2.6.1	Tettonica	56
D.3.2.6.2	Sismicità dell'area	58
D.3.2.6.3	Classificazione sismica dell'area di progetto	59
D.3.2.7	Caratteri geologici e geotecnici di dettaglio	62
D.3.2.7.1	Aspetti geomorfologici, geologici e stratigrafici.....	62
D.3.2.7.2	Caratteristiche pedologiche	67
D.3.2.7.3	Aspetti geotecnici	69
D.3.2.8	Qualità di suolo e sottosuolo a livello locale	72
D.3.2.8.1	Area dello stabilimento Sarlux	72

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.2.8.2 Area di progetto.....	79
D.3.3 AMBIENTE IDRICO	83
D.3.3.1 Premessa	83
D.3.3.2 Idrologia superficiale	83
D.3.3.2.1 Inquadramento idrologico	83
D.3.3.2.2 Caratteri idrologici di dettaglio.....	84
D.3.3.3 Idrogeologia	85
D.3.3.3.1 Inquadramento idrogeologico	85
D.3.3.3.2 Caratteri idrogeologici di dettaglio.....	90
D.3.3.4 Qualità delle acque sotterranee a livello locale	91
D.3.3.4.1 Premessa	91
D.3.3.4.2 Misure di messa in sicurezza di emergenza (MISE) e operative (MISOP).....	92
D.3.3.4.3 Caratterizzazione idrochimica.....	94
D.3.3.4.3.1 Dati Storici.....	96
D.3.3.4.4 Esiti monitoraggi della qualità della falda– Dati 2020	100
D.3.3.4.5 Funzionamento della barriera idraulica e distribuzione di NAPL – Dati 2020	103
D.3.4 VEGETAZIONE E FLORA	105
D.3.4.1 Inquadramento geobotanico del territorio	105
D.3.4.2 Descrizione della vegetazione presente nel sito di intervento.....	107
D.3.5 FAUNA.....	110
D.3.5.1 Premessa generale.....	110
D.3.5.2 Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica.....	110
D.3.5.3 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame	113
D.3.5.3.1 Aspetti generali	113
D.3.5.3.2 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area di indagine.....	113
D.3.5.3.2.1 Classe uccelli	113
D.3.5.3.2.2 Classe mammiferi	115
D.3.5.3.2.3 Classe rettili.....	126
D.3.5.3.2.4 Classe anfibi.....	127
D.3.6 ECOSISTEMA.....	128
D.3.6.1 Premessa	128
D.3.6.2 Ecosistemi area vasta.....	129
D.3.6.3 Verifica importanza ecosistemica dell'area di intervento progettuale dalla Carta della Natura della Sardegna	130
D.3.7 PAESAGGIO.....	133
D.3.7.1 Premessa	133
D.3.7.2 Tratti evolutivi del contesto paesaggistico	133
D.3.7.2.1 Il contesto storico-normativo	133
D.3.7.2.2 Elementi strutturanti la componente	135
D.3.7.3 Rapporto con le tessiture territoriali storiche	137
D.3.8 RUMORE.....	141
D.3.9 SALUTE PUBBLICA	143
D.3.9.1 Premessa	143
D.3.9.2 Stato di salute della popolazione nell'area di Sarroch	144
D.3.9.2.1 Lo studio epidemiologico della Regione Sardegna (anni 1981-2001).....	144
D.3.9.2.2 I dati del progetto Sarroch Ambiente e Salute (anni 2000-2010)	147
D.3.9.3 Salute pubblica e cambiamento climatico.....	149
D.3.10 INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO	152
D.3.10.1 Premessa	152
D.3.10.2 La dinamica demografica e il sistema sociale provinciale	152
D.3.10.3 Analisi della mobilità nella provincia di Cagliari	156
D.3.10.4 Il contesto economico	161
D.3.10.4.1 Il contesto internazionale e nazionale.....	161
D.3.10.4.2 Il contesto regionale e della provincia di Cagliari.....	163
D.3.10.4.3 Le dinamiche demografiche di impresa nella provincia di Cagliari.....	164
D.3.11 RISORSE NATURALI.....	166
D.3.11.1 Premessa	166

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.11.2	Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione d'impatto	167
D.3.11.2.1	Consistenza delle risorse naturali a livello globale	167
D.3.11.2.2	Consistenza delle risorse naturali a livello locale	168
D.4 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI		
AMBIENTALI		173
D.4.1	ATMOSFERA	173
D.4.1.1	Principali fattori di impatto a carico della componente	173
D.4.1.1.1	Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi in sito	173
D.4.1.1.2	Emissioni di H ₂ e O ₂ (sfiati)	174
D.4.1.1.3	Emissioni di gas serra in atmosfera dovute al processo produttivo	175
D.4.1.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale	176
D.4.1.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale	178
D.4.1.3.1	Fase di cantiere	178
D.4.1.3.2	Fase di esercizio	179
D.4.1.3.3	Fase di dismissione	180
D.4.1.4	Eventuali effetti sinergici	180
D.4.1.5	Misure di mitigazione previste	180
D.4.2	SUOLO E SOTTOSUOLO	182
D.4.2.1	Premessa	182
D.4.2.2	Principali fattori di impatto a carico della componente	182
D.4.2.2.1	Trasformazione ed occupazione di superfici - Alterazione dei caratteri morfologici	182
D.4.2.2.2	Rischio di dispersione accidentale di inquinanti in fase solida o liquida	183
D.4.2.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi	184
D.4.2.3.1	Fase di cantiere	184
D.4.2.3.2	Fase di esercizio	186
D.4.2.3.3	Fase di dismissione	186
D.4.2.4	Eventuali effetti sinergici	187
D.4.2.5	Misure di mitigazione previste	187
D.4.3	AMBIENTE IDRICO	189
D.4.3.1	Principali fattori di impatto a carico della componente	189
D.4.3.1.1	Potenziati interferenze con la pre-esistente dinamica dei deflussi superficiali	189
D.4.3.1.2	Potenziati interferenze con dinamica della circolazione idrica sotterranea	189
D.4.3.1.3	Rischio di dispersione accidentale di inquinanti	190
D.4.3.1.4	Impermeabilizzazione di superfici	190
D.4.3.1.5	Scarichi idrici	191
D.4.3.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi	191
D.4.3.2.1	Fase di cantiere	191
D.4.3.2.2	Fase di esercizio	193
D.4.3.2.3	Fase di dismissione	194
D.4.3.3	Eventuali effetti sinergici	194
D.4.3.4	Misure di mitigazione previste	195
D.4.4	VEGETAZIONE, FLORA E ECOSISTEMA	197
D.4.4.1	Considerazioni generali	197
D.4.4.2	Eventuali effetti sinergici	197
D.4.4.3	Misure di mitigazione previste	198
D.4.5	FAUNA	199
D.4.5.1	Premessa	199
D.4.5.2	Fase di cantiere	199
D.4.5.2.1	Abbattimenti/mortalità di individui	199
D.4.5.2.2	Allontanamento delle specie	200
D.4.5.2.3	Perdita di habitat riproduttivo e di foraggiamento	201
D.4.5.2.4	Frammentazione e insularizzazione di habitat	202
D.4.5.2.5	Criticità per presenza di aree protette	203
D.4.5.3	Fase di esercizio	203
D.4.5.3.1	Considerazioni generali	203
D.4.5.3.2	Inquinamento luminoso e acustico	203

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.5.4	Fase di dismissione	204
D.4.5.5	Misure di mitigazione previste.....	204
D.4.5.6	Eventuali effetti sinergici	204
D.4.6	PAESAGGIO.....	205
D.4.7	RUMORE	211
D.4.7.1	Premessa	211
D.4.7.2	Fase di cantiere.....	211
D.4.7.3	Fase di esercizio	212
D.4.8	RADIAZIONI NON IONIZZANTI (CAMPI ELETTRROMAGNETICI).....	214
D.4.8.1	Premessa	214
D.4.8.2	Fase di cantiere.....	215
D.4.8.3	Fase di esercizio	215
D.4.8.4	Fase di dismissione	218
D.4.9	SALUTE PUBBLICA	219
D.4.9.1	Aspetti generali	219
D.4.9.2	Emissioni atmosferiche e qualità dell'aria	219
D.4.9.2.1	Fase di esercizio	219
D.4.9.2.2	Fase di dismissione	221
D.4.9.3	Rilasci accidentali di inquinanti nei terreni e nelle acque	221
D.4.9.3.1	Fase di cantiere.....	221
D.4.9.3.2	Fase di esercizio	222
D.4.9.3.3	Fase di dismissione	223
D.4.9.4	Sicurezza e salute sul lavoro	223
D.4.9.4.1	Fase di esercizio	223
D.4.9.4.2	Fase di cantiere.....	224
D.4.9.4.3	Fase di dismissione	227
D.4.9.5	Emissione di rumore	228
D.4.9.6	Emissioni di radiazioni non ionizzanti (campi elettromagnetici).....	229
D.4.9.7	Effetti sinergici sulla componente	230
D.4.10	AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO.....	231
D.4.10.1	Premessa	231
D.4.10.2	Aspetti socio-economici della fase di gestione dell'impianto e ricadute economiche.....	232
D.4.10.3	Ricadute economiche del processo costruttivo a livello locale	232
D.4.10.4	Ricadute dell'intervento sulla mobilità locale	233
D.4.11	RISORSE NATURALI.....	235
D.4.11.1	Consumo di suolo	235
D.4.11.2	Consumo idrico	236
D.4.11.3	Consumo energetico.....	237
D.4.11.4	Valutazione del progetto rispetto alla Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici.....	237
D.4.12	PRODUZIONE DI RIFIUTI	241
D.4.12.1	Fase di cantiere.....	241
D.4.12.2	Fase di esercizio	242
D.4.12.3	Fase di dismissione	243
D.5	PIANO DI MONITORAGGIO	244
BIBLIOGRAFIA	245

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

ELENCO DIDASCALIE FIGURE

Figura 1 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria presso l'area produttiva di Sarroch e indicazione approssimativa dell'area di progetto in rosso.....	33
Figura 2 – Posizione delle stazioni di misura di Sarroch (Fonte ARPAS, “Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020”).....	36
Figura 3 – Rilievi montuosi metamorfici (Punta Su Seinargiu) visti dalla strada perimetrale a monte del Parco Serbatoli dello stabilimento Sarlux – Impianti SUD; a destra, con quote inferiori, rilievi granitici.....	42
Figura 4 – Carta geologico-mineraria della zona di Punta de Su Seinargiu (Caboi et alii, 1978), localizzata a ovest dell'area dello stabilimento Sarlux	43
Figura 5 – Area del complesso Sarlux sulla Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carmignani et al., 1990), indicazione approssimativa dell'area di progetto in blu.....	45
Figura 6 – Leucosienograniti a biotite, inequigranulari, affioranti a nord-ovest dello stabilimento Sarlux in prossimità della strada “Perimetrale Consortile” del CACIP	47
Figura 7 – Indicazione approssimativa dell'area di progetto (contorno rosso) su stralcio della carta dei suoli della Sardegna (Aru et al., 1990). Unità 26: paesaggi su alluvioni pleistoceniche; unità 14: paesaggi su vulcaniti acide; unità 35: aree urbanizzate e infrastrutture.....	53
Figura 8 – Estratto da Geoportale Sardegna - Carta uso del suolo 2008 – in blu ubicazione approssimativa dell'area di progetto.....	55
Figura 9 – Estratto Geoportale Sardegna - Carta della capacità d'uso dei suoli - in rosso ubicazione approssimativa dell'area di progetto.....	56
Figura 10 – Schema tettonico del Foglio geologico in scala 1:50.000 n. 565 “Capoterra” (il rettangolo evidenzia i rilievi affioranti a ovest e nord-ovest dello stabilimento Sarlux)	58
Figura 11 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale [Fonte INGV, 2018].....	60
Figura 12 – Mappa dell'accelerazione attesa con probabilità del 10% in 50 anni [Fonte INGV, 2018].....	61
Figura 13 – Depositi alluvionali di “glacis” nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a ovest dell'area Impianti SUD	64
Figura 14 – Cappellaccio di alterazione delle vulcaniti andesitiche a contatto con i sovrastanti depositi alluvionali quaternari, nel taglio stradale della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a nord dell'area Impianti SUD	65
Figura 15 – Contatto tra i depositi alluvionali quaternari e le andesiti (argillificate e con solchi di erosione tipo calanchi) della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a nord dell'area Impianti SUD	65
Figura 16 – Area dello stabilimento Sarlux e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)	66
Figura 17 – Area dello stabilimento Sarlux-Impianti SUD e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)	67
Figura 18 – Area dello stabilimento Sarlux-Impianti SUD. Confronto delle foto aeree del 1954/55 (a sinistra) e del 2019 (a destra) (fonte: Sito web SardegnaFotoAeree). Nella foto a destra in rosso è indicata approssimativamente l'area di progetto.....	67
Figura 19 – Punti oggetto di indagine ambientale presso lo stabilimento Sarlux – Impianti SUD: punti con “superamenti” (in giallo), punti con “hot spot” (in rosso) (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012)	76
Figura 20 – Rappresentazione dello stato di contaminazione dei terreni: parametro Idr C>12	78

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Figura 21 – Area ex serbatoio ST-1, stato attuale (Fonte: Sarlux, “Attività di MISE Area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux-Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale - 14/05/2020”)	82
Figura 22 – Corsi d’acqua nell’area circostante l’area dello stabilimento Sarlux e ubicazione dell’area di progetto (area in giallo)	84
Figura 23 – Complessi idrogeologici, classi di permeabilità dello strato superficiale dell’acquifero e linee isopiezometriche della falda superficiale -equidistanza 2 m (misurazioni settembre 2010) su stabilimento Sarlux e direzione di deflusso su modello ombreggiato del terreno, con indicazione dell’area di progetto (in rosso)	90
Figura 24 – Morfologia freatica dell’area- gennaio 2022 con indicazione dell’area di progetto (in giallo)	91
Figura 25 – Pozzi attivi della barriera idraulica Sarlux- Impianti SUD e ubicazione dell’area di progetto (area in giallo)	93
Figura 26 – Planimetria schematica dello stabilimento Sarlux – Impianti SUD (Fonte Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell’ubicazione dell’area di progetto (area delimitata in blu)	95
Figura 27 – Mappa distribuzione NAPL ottobre 2010 (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell’ubicazione dell’area di progetto (area delimitata in rosso).....	96
Figura 28 – Rappresentazione spaziale della caratterizzazione del NAPL (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell’ubicazione dell’area di progetto (area delimitata in rosso).....	98
Figura 29 – Punti di campionamento acque sotterranee con superamenti della CLA e hot spot (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell’ubicazione dell’area di progetto (area delimitata in rosso).....	99
Figura 30 – Punti di indagine delle acque sotterranee dello stabilimento Sarlux – Individuazione dell’area di progetto (area in giallo)	100
Figura 31 – Percentuale dei piezometri con almeno un superamento o un hot spot nella campagna di marzo 2020 nelle diverse aree dello stabilimento Sarlux (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”).....	102
Figura 32 – Percentuale dei piezometri con almeno un superamento o un hot spot nella campagna di settembre 2020 nelle diverse aree del sito (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”)	102
Figura 33 – Distribuzione NAPL (dic. 2020) nella falda del sito Sarlux – Impianti SUD (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”)– Individuazione dell’area di progetto (area in rosso).....	104
Figura 34 – Estratto della Carta delle serie di vegetazione. In rosso: serie sarda, termomediterranea dell’olivastro; in arancione: serie sarda, calcifuga, termomesomediterranea della sughera; in blu: geosigmeto mediterraneo occidentale edafoigrofilo e/o planiziale.....	107
Figura 35 – Area ex serbatoio ST-1 allo stato attuale (Fonte Sarlux, “Attività di MISE Area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux-Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale - 14/05/2020”) con indicazione approssimativa dell’area di intervento.....	108
Figura 36 – Foto dell’area oggetto dell’intervento.	109
Figura 37 – Perimetrazione aree SIC, ZSC, ZPS e IBA presenti nell’area vasta. L’area di progetto approssimativa è indicata in giallo.....	111
Figura 38 – Perimetrazione del Sistema regionale dei Parchi e indicazione dell’area di progetto (in giallo).	112

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Figura 39 – Perimetrazione delle oasi permanenti di protezione faunistica e area di intervento (in giallo).	113
Figura 40 – Categoria di minaccia IUCN	114
Figura 41 – Contrazione della presenza del cervo in Sardegna.	116
Figura 42 – Areali di distribuzione del cervo sardo (2012).	117
Figura 43 – Distribuzione storica degli areali di daino in Sardegna (in giallo) rispetto ai comuni esistenti nel 2005 (in marrone).	118
Figura 44 – Areali di distribuzione del daino (2012).	119
Figura 45 – Distribuzione del cinghiale in Sardegna dal 1911 (Ghigi) al 2012.	121
Figura 46 – Aree di censimento del daino, del muflone e del cervo sardo.	122
Figura 47 – Distribuzione della pernice sarda (2009).	123
Figura 48 – Distribuzione della lepre sarda (2009).	124
Figura 49 – Distribuzione del Coniglio selvatico (2005).	125
Figura 50 – Estratto cartografico "Componenti ambientali" - <i>SardegnaMappe</i>	130
Figura 51 – Valore ecologico e indicazione approssimativa dell'area di intervento (in giallo).	131
Figura 52 – Sensibilità ecologica e indicazione approssimativa dell'area di intervento (in rosso).	132
Figura 53 – Rapporti di contiguità tra il primo nucleo della raffineria Sarlux e il centro urbano di Sarroch (Fonte: archivio storico Sarlux, anno 1965)	135
Figura 54 – Rete viaria principale in età romana. Nel cerchio giallo è riportata l'area industriale di Sarroch.	137
Figura 55 – Sovrimposizione dell'Agglomerato Industriale di Sarroch con il sistema insediativo e le infrastrutture viarie all'orizzonte temporale degli anni '50	138
Figura 56 – Vista aerea dell'area di intervento nel 1975 e del contesto paesaggistico di riferimento (Fonte: archivio storico Sarlux).	140
Figura 57 – Stralcio piano di classificazione acustica comunale	142
Figura 58 – Spostamenti generati (in uscita da Cagliari – Fonte PUM)	157
Figura 59 – Spostamenti attratti (in entrata a Cagliari – Fonte PUM)	157
Figura 60 – Principali assi di flusso dell'area vasta cagliaritana	158
Figura 61 – Foto dell'area di intervento.	205
Figura 62 – Foto dell'area di intervento.	206
Figura 63 – Inquadramento urbanistico nel PPR.	207
Figura 64 – Inquadramento vincolo art. 142 del D. Lgs n. 42/2004.	207
Figura 65 – Inquadramento dell'area nel PUC del comune di Sarroch.	208
Figura 66 – Foto di dettaglio della cabina AT2 nelle vicinanze.	209
Figura 67 – Foto di altro dettaglio della cabina AT2 nelle vicinanze.	210
Figura 68 – Foto inserimento.	210
Figura 69 – Isoniche elaborate dal software previsionale CadnaA DataKustik.	212
Figura 70 – Emissioni previste all'interno del lotto.	213
Figura 71 – Stralcio cartografico con indicazione della distanza dell'area di progetto da zone di permanenza > 4 ore	216
Figura 72 – Esempi di determinazione delle DPA.	217
Figura 73 – Caso peggiore analizzato nelle Linee Guida di ENEL Distribuzione Spa	218

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

ELENCO DIDASCALIE TABELLE

Tabella 1 – Precipitazioni medie stagionali registrate nelle stazioni di Pula e Capoterra, nell'intervallo di anni 1922-2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet)	26
Tabella 2 – Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Pula – Anni 1988÷2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet).....	27
Tabella 3 – Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria dell'ARPAS: CENSA2, CENSA3	34
Tabella 4 – Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria della SARLUX: Deposito Nazionale, Porto Foxi, Sarroch Parco, Villa D'Orri	34
Tabella 5 – Ozono: obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana come numero di superamenti del limite normativo degli anni 2018-2019-2020 e obiettivo per la protezione della salute umana come media dei superamenti del limite normativo degli anni 2018-2019-2020 (Fonte Sarlux, <i>Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020</i>)	34
Tabella 6 – Superamenti rilevati dalla rete di stazioni di monitoraggio Sarlux (Elaborazione dati, Fonte Sarlux, <i>Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020</i>)	35
Tabella 7 – Superamenti di PM10 rilevati nelle centraline ubicate nell'area di Sarroch (Fonte ARPAS, <i>“Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020”</i>).....	37
Tabella 8 – Parametri geotecnici caratteristici	71
Tabella 9 – Valori del coefficiente di permeabilità dello strato superficiale dell'acquifero	89
Tabella 10 – Valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione, valori di qualità, valori limite differenziali.....	141
Tabella 11 – Misurazioni effettuate nelle ore diurne sul perimetro esterno all'attività.	142
Tabella 12 – Popolazione residente nella Città Metropolitana di Cagliari (Fonte: Tuttitalia.it)	153
Tabella 13 – Popolazione residente nei Comuni della Provincia di Cagliari anno 2020 (Fonte: ISTAT)	153
Tabella 14 – Indice di invecchiamento Pop. di 65 anni e più (% sulla popolazione residente) (Fonte: ISTAT)	154
Tabella 15 – Indice di vecchiaia (Fonte: ISTAT)	154
Tabella 16 – Indice di dipendenza strutturale (Fonte: ISTAT)	155
Tabella 17 – Popolazione residente nei Comuni appartenenti al territorio più prossimi allo Stabilimento Sarlux (Fonte: ISTAT).....	155
Tabella 18 – Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) generati dai comuni dell'Area.....	159
Tabella 19 – Spostamenti intercomunali giornalieri generati dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio	159
Tabella 20 – Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) attratti dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari).....	160
Tabella 21 – Spostamenti intercomunali giornalieri attratti dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)	160
Tabella 22 – Valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione, valori di qualità, valori limite differenziali (artt.2, 3, 4, 7, DPCM 14/11/97 – Tabelle B, C, D).....	211
Tabella 23 – Caratteristiche tecniche delle linee MT	216

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tabella 24 – Prospetto riassuntivo del costo dei lavori e delle spese generali stimati (esclusa IVA)	233
--	-----

D.1 INTRODUZIONE

Il Quadro di riferimento ambientale (QRA) riveste un ruolo centrale tra le informazioni contenute all'interno di uno Studio di Impatto Ambientale. Il QRA ha tra i suoi principali obiettivi quello di definire e descrivere l'ambito territoriale, inteso come sito ed area vasta, ed i sistemi ambientali interessati dal progetto nonché di individuare e quantificare, ove possibile con indicatori misurabili, i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera.

Sulla base delle informazioni tratte dall'analisi del sistema ambientale e degli elementi di natura tecnico-gestionale scaturiti dalla progettazione, approfonditi all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), si è proceduto all'individuazione degli aspetti ambientali significativi (o fattori di impatto) e, in ultima analisi, dei potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione del progetto.

Nel seguito sarà sviluppata, pertanto, una ricognizione generale sull'attuale qualità ambientale dell'ambito di intervento, approfondendo l'analisi relativamente alle componenti dell'ambiente potenzialmente esposte ad impatti significativi.

La valutazione di impatto ha preso in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente, anche con riferimento ai possibili riflessi di natura socio-economica associabili alla realizzazione dell'intervento.

All'analisi degli aspetti ambientali, laddove ritenuto opportuno, si è accompagnata un'illustrazione delle misure previste per evitare o ridurre gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

Valutata la particolare categoria di opera e le caratteristiche dell'insediamento industriale entro cui si inserisce il progetto, lo SIA ha rivolto una particolare attenzione all'analisi delle componenti *"Atmosfera e qualità dell'aria"*, *"Suolo e sottosuolo"* e *"Ambiente idrico"*, elaborata sulla scorta della consistente quantità di informazioni disponibili. Ci si riferisce, in particolare, alle pluriennali attività di monitoraggio e controllo delle sorgenti emissive e della qualità dell'aria nel sito di Sarroch nonché alle estensive attività di caratterizzazione delle matrici ambientali condotte da Sarlux nell'ambito degli adempimenti scaturiti, rispettivamente, dal proprio provvedimento AIA e dalla normativa vigente in materia di siti contaminati.

Per quanto concerne le analisi relative alla stima degli impatti esercitati dall'intervento sul clima acustico, si rimanda alla relazione specialistica facente parte integrante del presente al presente SIA (*Elaborato AM-RT10006 "Studio previsionale di impatto acustico"*), a firma di tecnico competente in acustica ambientale ex legge 26 ottobre 1995, n. 447 (art. 2 commi 6 e 7).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per quanto concerne le analisi relative alla stima degli impatti esercitati dall'intervento sul paesaggio, si rimanda alla relazione specialistica facente parte integrante del presente al presente SIA (*Elaborato AM-RT10007 "Relazione paesaggistica"*).

A conclusione ed a compendio dell'analisi ambientale, lo SIA è corredato da un documento di analisi sistematica degli aspetti ambientali (o fattori di impatto) del progetto e delle relative misure di mitigazione nonché di riepilogo dei principali effetti ambientali introdotti dall'intervento a carico delle componenti ambientali di interesse (*Elaborato AM-RT10004 "Matrici cromatiche di impatto"*). Valutato che una rappresentazione schematica degli effetti indotti dal progetto, così come strutturata nei suddetti prospetti riepilogativi, risulta necessariamente incompleta e riduttiva rispetto all'estesa ed articolata analisi sviluppata all'interno degli elaborati a corredo dell'istanza di VIA, si sottolinea l'importanza che dette informazioni riassuntive siano utilizzate dall'Autorità procedente e dal pubblico esclusivamente ai fini di una disamina speditiva delle potenziali interazioni del progetto con l'ambiente. Trattasi, infatti, di considerazioni e valutazioni estrapolate dall'analisi ambientale complessiva, più diffusamente sviluppata e argomentata nelle relazioni allegate al progetto definitivo ed allo SIA.

Completa lo Studio di impatto ambientale, infine, una relazione di sintesi in linguaggio non tecnico rivolta alla consultazione da parte del pubblico (*Elaborato AM-RT10005 "Sintesi non tecnica"*).

D.2 CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE AMBIENTALE

D.2.1 Criteri di individuazione degli impatti

A valle dell'analisi della situazione di partenza, finalizzata alla ricostruzione della qualità ambientale complessiva, entro la quale si inserisce l'intervento proposto, ed in coerenza con le indicazioni della direttiva 85/337/CEE e successive modifiche, la fase di individuazione e stima degli impatti indotti dalla realizzazione del progetto è stata condotta, per ciascuna componente ambientale ritenuta significativa, con riferimento ai seguenti criteri generali:

- valutazione della qualità delle componenti ambientali, con particolare riferimento allo stato di conservazione ed alla loro esposizione a pressioni antropiche, anche in rapporto a specifici indicatori e/o standard normativi di riferimento, laddove individuabili;
- valutazione della sensibilità intrinseca delle componenti ambientali, correlata alla qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali;
- stima della portata intrinseca degli impatti, in relazione, ad esempio, all'estensione dell'area geografica interessata;
- stima della magnitudo dell'impatto in relazione anche alla qualità/sensibilità della componente ambientale sulla quale lo stesso agisce;
- stima della probabilità dell'impatto;
- stima della durata, frequenza e reversibilità dell'impatto.

Preliminarmente all'esposizione del processo di individuazione generale degli effetti ambientali si ritiene opportuno richiamare alcune definizioni che potranno essere utilizzate nel presente documento, mutate dal Regolamento CE 761/2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS II):

- *Azioni di progetto*: attività che scaturiscono dalla realizzazione dell'opera nelle diverse fasi di vita dell'intervento (fase decisionale e costruzione, fase di esercizio ordinario, fase di dismissione);
- *Aspetto ambientale (o fattore di impatto)*: elemento delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente;
- *Impatto ambientale*: qualsiasi modificazione, positiva o negativa, dello stato delle categorie ambientali, conseguente al manifestarsi degli aspetti ambientali.

Il legame esistente tra aspetti e impatti è dunque un legame di causa – effetto: gli aspetti ambientali possono essere letti come le cause degli impatti sull'ambiente, mentre gli impatti

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

vanno interpretati come le conseguenze che possono prodursi a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali. Peraltro non tutti gli aspetti ambientali sono necessariamente suscettibili di innescare effetti percepibili o comunque significativi sull'ambiente ed, inoltre, alcuni di questi possono essere adeguatamente controllati prevedendo opportune misure progettuali o accorgimenti gestionali atti a mitigarne adeguatamente le conseguenze ambientali.

Con tali presupposti, sotto il profilo metodologico, possono individuarsi le seguenti fasi del procedimento di analisi:

- individuazione delle principali azioni di progetto nelle diverse fasi di vita dell'opera;
- individuazione dei prevedibili aspetti ambientali (ad ogni azione di progetto possono corrispondere teoricamente molteplici aspetti ambientali);
- individuazione delle componenti "bersaglio" sulle quali possono originarsi effetti (positivi o negativi) a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali del progetto;
- individuazione e stima delle potenziali ricadute (impatti) su ciascuna componente conseguenti agli aspetti ambientali (ad ogni aspetto ambientale possono corrispondere molteplici impatti ambientali);
- individuazione di possibili misure di mitigazione degli impatti significativi o, qualora ciò non sia possibile, di eventuali misure compensative.

D.2.1.1 Individuazione delle azioni di progetto

L'analisi delle caratteristiche tecniche dell'intervento ha condotto all'individuazione delle seguenti azioni di progetto principali, distinte per ciascuna fase di vita dell'opera:

Fase di costruzione

Nell'ambito della fase temporanea legata al processo costruttivo è possibile individuare le seguenti azioni principali di progetto:

- Installazione del cantiere;
- Trasporto in sito della componentistica delle nuove apparecchiature e dei materiali da costruzione;
- Preparazione preliminare delle aree di lavorazione attraverso lavori di scortico della coltre superficiale;
- Allestimento viabilità di servizio nuovo impianto;
- Approntamento opere di drenaggio ed allontanamento acque meteoriche;
- Realizzazione "*underground*" con nuovo sistema fognario e nuovi percorsi della rete elettrica;
- Creazione di sottofondo ed approntamento delle fondazioni;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Realizzazione della nuova viabilità;
- Realizzazione dei nuovi fabbricati;
- Installazione delle nuove apparecchiature nei fabbricati e su skid;
- Assemblaggio meccanico del piping ed opere accessorie (pensiline, supporti tubazioni, giunzioni, valvole motorizzate, motori per agitatori);
- Esecuzione dei collegamenti alle linee in mandata / aspirazione esistenti;
- Realizzazione della rete antincendio e collegamento alla rete esistente;
- Approntamento delle apparecchiature e dei collegamenti elettrici;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione;
- Esecuzione di controlli non distruttivi in corso d'opera e collaudi di funzionalità;
- Verniciatura e coibentazioni;
- Collaudo finale e messa in esercizio.

Tutte le azioni di cantiere (relative a costruzione e montaggio) possono classificarsi come di breve/media durata (verosimilmente circa 14 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

Fase di esercizio ordinario

Come illustrato all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'impianto sarà costituito da elettrolizzatori in grado di produrre idrogeno e ossigeno a partire da acqua demineralizzata.

Saranno previste anche delle unità di purificazione dell'idrogeno e dell'ossigeno prodotti per permetterne l'utilizzo nella raffineria Sarlux.

Per tale fase temporale, la cui durata può indicativamente stimarsi in 30 anni, sono state conseguentemente individuate le seguenti azioni di progetto:

- Purificazione dell'azoto proveniente dalla rete di distribuzione della raffineria Sarlux;
- Trattamento dell'acqua demineralizzata proveniente dall'unità Acciona presente nella raffineria Sarlux per l'invio ai moduli di elettrolisi;
- Elettrolisi dell'acqua tramite elettrolizzatore del tipo PEM - *Polymer Electrolyte Membrane*;
- Purificazione del flusso di idrogeno per l'utilizzo nelle operazioni di raffineria
- Purificazione del flusso di ossigeno
- Compressione del flusso di ossigeno per l'utilizzo nelle operazioni di raffineria
- Raffreddamento delle unità di elettrolisi, purificazione idrogeno e purificazione ossigeno

Fase di dismissione

Al termine di ciclo di vita utile del nuovo impianto, nell'ottica di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti, sarà assicurata la dismissione delle opere ed il conseguente ripristino delle aree interessate. Le principali attività correlate a tale fase di vita degli interventi, di seguito elencate, sono alquanto simili a quelle proprie della fase di costruzione:

- Conclusione delle attività di produzione di idrogeno
- Asportazione e pulizia delle attrezzature e dei macchinari utilizzati per l'attività
- Pulizia superficiale dell'area e dei capannoni per la raccolta di eventuali sfridi non recuperabili;
- Smaltimento degli eventuali rifiuti presenti e dei rifiuti prodotti dalla pulizia meccanica superficiale;
- Controllo visivo dell'area per l'individuazione di zone critiche (ad es. macchie di olio) e asportazione dei materiali e dei punti ipoteticamente contaminati;
- Attuazione del '*Piano di indagine preliminare delle matrici ambientali*': verifica analitica delle caratteristiche di suolo/sottosuolo e falda dopo asportazione dei rifiuti per valutazione del raggiungimento dei limiti previsti in relazione alla destinazione d'uso industriale (Tabella 1- Allegato 5 - Titolo 5 - D.lgs. n.152/06);
- A seguito dei risultati, eventuale redazione della caratterizzazione del sito e del piano di bonifica-ripristino ambientale;
- Conclusione dei lavori, analisi di verifica e restituibilità del sito.

Si prevede verosimilmente che i due fabbricati contenenti la strumentazione, dopo la dismissione dell'impianto, verranno riutilizzati eventualmente come magazzini o simili.

Analogamente a quanto rilevato per la fase di costruzione, tutte le azioni precedentemente individuate possono classificarsi come di breve durata (verosimilmente pari a circa 6/12 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

D.2.1.2 Individuazione degli aspetti ambientali

Gli aspetti ambientali, o fattori causali di impatto, ritenuti prevalenti e associati alle azioni di progetto precedentemente individuate, anche in questo caso correlati alle varie fasi di vita dell'opera, sono riportati schematicamente nelle tabelle di seguito.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Fase dell'opera	Fattori di impatto
Cantiere – Esercizio	Trasformazione ed occupazione di superfici
Cantiere – Esercizio	Locale alterazione dei preesistenti caratteri morfologici
Cantiere – Esercizio – Dismissione	Destabilizzazione superficiale /strutturale dei terreni in corrispondenza delle nuove opere
Cantiere – Esercizio	Possibili locali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali
Cantiere – Esercizio	Possibili interferenza con la preesistente dinamica dei deflussi sotterranei
Cantiere – Esercizio	Locale alterazione/eliminazione della preesistente copertura vegetale dei terreni in corrispondenza degli interventi
Cantiere – Esercizio	Perdita/modifica di habitat per la flora e la fauna
Cantiere – Esercizio	Introduzione di nuovi ingombri fisici in conseguenza dell'elevazione di nuove strutture
Cantiere – Esercizio	Consumo/impiego di risorse naturali non rinnovabili
Esercizio	Emissioni di gas serra in atmosfera dovute al processo produttivo
Esercizio	Emissioni di H ₂ e O ₂ (sfiati)
Cantiere – Dismissione	Emissioni di polveri e inquinanti da movimento di automezzi in sito
Cantiere – Dismissione	Interferenze del traffico automezzi pesanti con il traffico locale
Cantiere – Esercizio – Dismissione	Scarichi idrici
Esercizio	Emissioni di campi elettromagnetici
Cantiere – Esercizio	Emissioni di rumori

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Cantiere – Esercizio – Dismissione	Rischio di dispersione accidentale di rifiuti
Cantiere – Esercizio – Dismissione	Rischio di sversamento accidentale di prodotti chimici in fase solida o liquida
Cantiere – Esercizio – Dismissione	Rischio di incidenti
Cantiere – Esercizio – Dismissione	Ricadute socio-economiche a livello locale e globale

D.2.1.3 Componenti ambientali

Le componenti ambientali (e sotto-componenti) sulle quali possono potenzialmente incidere, direttamente o indirettamente, gli aspetti ambientali precedentemente richiamati sono state così individuate:

ATMOFERA, con riferimento a:

- Qualità dell'aria a livello locale
- Clima e qualità dell'aria a livello globale

SUOLO E SOTTOSUOLO, in relazione a:

- Unità pedologiche e qualità dei terreni
- Unità litologiche e geomorfologiche
- Unità geologico-tecniche

AMBIENTE IDRICO, in relazione a:

- Unità idrogeologiche e qualità delle acque sotterranee
- Unità idrologiche e qualità delle acque superficiali

PAESAGGIO, con particolare riferimento a:

- Struttura dell'ecomosaico
- Percezione visuale, valenze sceniche e panoramiche
- Tessiture territoriali storiche e patrimonio identitario

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Funzionalità ecologica, idraulica ed equilibrio idrogeologico

VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI in relazione a:

- Specie arbustive e arboree
- Specie erbacee

FAUNA

- Fauna terrestre
- Avifauna e chiroterti

SALUTE PUBBLICA in relazione a:

- Qualità dell'aria
- Emissioni di radiazioni non ionizzanti (campi elettromagnetici)
- Emissioni di rumore
- Sicurezza e salute sul lavoro

AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

- Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali
- Trasporti e mobilità

RISORSE NATURALI

- Consumo di suolo
- Consumo idrico
- Consumo energetico

D.2.1.3.1 Esclusioni

Si fa presente che gli agenti fisici:

- Vibrazioni
- Radiazioni ionizzanti
- Inquinamento luminoso e ottico

non saranno oggetto del presente studio di impatto ambientale in quanto non ritenuti di pertinenza del progetto in virtù della tipologia e delle caratteristiche specifiche dell'opera, nonché del contesto ambientale nel quale si inserirà, per le motivazioni meglio dettagliate di seguito.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

VIBRAZIONI

Il funzionamento di impianti e macchinari può provocare presso i recettori civili/abitativi l'insorgere di vibrazioni, trasmesse per via strutturale, che possono arrecare disagio alla popolazione. A livello nazionale non vi è una legge che regola l'esposizione della popolazione alle vibrazioni all'interno degli ambienti abitativi.

Si consideri che l'impianto previsto dal progetto, essendo di modeste dimensioni rispetto all'area vasta della raffineria in cui è inserito e nella quale si posiziona pressoché al centro (si rimanda al Quadro di riferimento programmatico e progettuale, *Elaborati AM-RT10001 e AM-RT10002*), non si trova in prossimità di recettori sensibili. Quindi la sua specifica capacità di generare immissioni di vibrazioni nell'ambiente esterno (con particolare riferimento al "ricettore urbano" di Sarroch), sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, appare ininfluenza in rapporto alle caratteristiche costruttive del progetto e alla sua collocazione.

In particolare, le vibrazioni derivanti dalla fase di esercizio dell'impianto in progetto saranno minime in quanto la maggior parte dei macchinari saranno posizionati all'interno di stabili o cabinati e le vibrazioni saranno assorbite dai manufatti stessi, limitando la loro propagazione ai locali ospitanti. Inoltre, i capannoni che conterranno il sistema di compressione e il sistema di elettrolisi avranno una copertura di pannelli in materiale fonoassorbente.

Alla luce di quanto sopra, tale fattore fisico non sarà oggetto di una specifica valutazione nel presente studio.

RADIAZIONI IONIZZANTI

Le radiazioni ionizzanti sono, per definizione, radiazioni elettromagnetiche o corpuscolari dotate di sufficiente energia per "ionizzare" la materia che attraversano, ovvero strappare elettroni ad atomi o molecole. L'effetto di questa ionizzazione è di rompere i legami atomici e molecolari, degradando le macromolecole che costituiscono la base dell'organismo umano.

Le radiazioni ionizzanti possono essere costituite o da particelle sub-atomiche (es. particelle alfa, beta, neutroni) che si muovono con velocità elevate, spesso prossime alla velocità della luce (radiazioni corpuscolari), o da radiazioni elettromagnetiche, costituite da fotoni che si propagano alla velocità della luce (raggi X e raggi gamma).

Considerato che le energie di soglia dei processi di ionizzazione sono di alcuni eV (elettron Volt), le radiazioni elettromagnetiche in grado di produrre ionizzazione nella materia sono unicamente i raggi ultravioletti di alta frequenza (UVC), i raggi X e i raggi gamma.

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali. In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti) la

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

maggior parte dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti è di origine naturale, le cui principali componenti sono dovute ai prodotti di decadimento del radon, ai raggi cosmici e alla radiazione terrestre.

Un caso particolare riguarda le attività lavorative con uso - stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali (NORM) che, proprio per le caratteristiche del tipo di lavorazione, possono comportare una non trascurabile esposizione a radiazioni (sempre di origine naturale) dei lavoratori e della popolazione. Tra le esposizioni dovute a sorgenti artificiali, la principale è legata alla diagnostica medica.

Alla luce di quanto sopra, tale agente fisico non sarà oggetto di una specifica valutazione nel presente studio in quanto il progetto non prevede né l'utilizzo o produzione di materiali radioattivi né l'utilizzo di raggi X o raggi gamma né di qualsiasi altra sorgente artificiale di radiazioni ionizzanti.

INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO

La definizione di inquinamento luminoso ed i relativi limiti di emissione delle sorgenti di luce artificiale non sono univoci in quanto in Italia non esiste una normativa a livello nazionale. Per inquinamento luminoso si intende in generale ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte mentre per inquinamento ottico, o luce intrusiva, si indica comunemente ogni forma di irradiazione artificiale diretta su superfici o cose cui non è funzionalmente dedicata o per le quali non è richiesta alcuna illuminazione.

Il contenimento dell'inquinamento luminoso consiste essenzialmente nell'illuminare razionalmente, senza disperdere luce verso l'alto, utilizzando impianti e apparecchi correttamente progettati e montati e nel dosare la giusta quantità di luce.

Come indicato nel Quadro di riferimento progettuale (Elaborato AM-RT10002), il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione stradale mediante pali di altezza 8 m con sbraccio semplice a LED mentre gli edifici A e B/C saranno dotati di sistema di illuminazione interna.

Tale agente fisico non sarà oggetto di una specifica valutazione nel presente studio in quanto il progetto ricade all'area vasta della raffineria, di cui occuperà una porzione di modesta entità, e si prevede che il progetto impatterà in modo del tutto trascurabile sull'inquinamento luminoso dell'area. Il progetto comunque prevede cautelativamente di contenere le proprie emissioni luminose installando un sistema di illuminazione dotato di apparecchi a LED che conseguiranno

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce, ridotti costi manutentivi e risparmio energetico, applicando quanto previsto dalle norme tecniche di settore.

D.2.1.4 Il quadro riassuntivo degli impatti

All'interno dell'*Elaborato AM-RT10004 (Matrici cromatiche di impatto)* sono individuati e descritti i rapporti di causa-effetto intercorrenti tra i principali fattori di impatto individuati (positivi e/o negativi) e le componenti ambientali "bersaglio".

Al fine di pervenire alla determinazione della significatività degli aspetti ambientali ed al giudizio di merito sugli impatti attesi, i primi sono esaminati in rapporto ai seguenti elementi di valutazione:

- Processi di relazione con altri elementi e sistemi ambientali in relazione al fattore/i di impatto;
- Caratteri che definiscono la specifica sensibilità dell'elemento ambientale nei confronti del fattore/i d'impatto;
- Alterazioni indotte e/o potenzialmente inducibili in seguito all'interferenza con il fattore di impatto (a breve/medio/lungo termine);
- Connotazione dell'impatto (positivo/negativo);
- Probabilità del manifestarsi dell'impatto ambientale alla luce delle mitigazioni adottabili;
- Elementi che definiscono la rilevanza del fattore di impatto;
- Eventuali effetti cumulativi e relazioni con altri fattori di impatto sia legati all'intervento valutato sia estranei ad esso.

Ai fini dell'attribuzione del giudizio sulle caratteristiche e l'entità degli effetti ambientali attesi sulle varie componenti ambientali, si è fatto ricorso ad una rappresentazione cromatica atta a descriverne la portata in modo qualitativo.

Le tonalità cromatiche utilizzate sono definite nella tabella seguente:

ROSSO (-3)	Impatto negativo alto: gli effetti derivanti dalle modifiche previste sono tali da produrre consistenti, immediate ed evidenti ricadute negative, sulla componente esaminata, con minime possibilità di mitigazione e con una riduzione dello stato della componente.
GIALLO (-2)	Impatto negativo medio: gli effetti derivanti dalle modifiche previste determinano ricadute di entità contenuta sulla componente, sia nel breve, sia nel lungo periodo; anche lo stato della componente risulta moderatamente alterato e/o comunque reversibile.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

VERDE (-1)	Impatto negativo basso: le modifiche previste sono tali per cui, pur agendo sulla componente, non producono effetti apprezzabili e non incidono sullo stato della componente stessa.
BIANCO (0)	Impatto trascurabile: le modifiche influenzano in modo trascurabile lo stato della componente.
BIANCO (NULL)	Impatto assente: le modifiche non influenzano in alcun modo lo stato della componente.
AZZURRO (+1)	Impatto positivo: gli effetti derivanti dalle modifiche previste determinano ricadute positive sulla componente, attraverso il miglioramento dello stato della stessa.

Le matrici per la fase di cantiere e di esercizio dell'impianto sono state ottenute tenendo conto degli impatti generati da ciascun elemento d'impatto individuato nei paragrafi precedenti sulle componenti ambientali nelle diverse fasi di vita dell'impianto.

Le matrici sono state sottoposte ad una valutazione quali – quantitativa, assegnando a ciascun impatto un valore compreso tra -3 (rosso) e +1 (azzurro), come riportato nella tabella sopra. Si fa notare che, al fine di avere una visione più conservativa, è stato affidato all'impatto positivo (azzurro) un valore sottostimato pari a +1.

La valutazione è stata così operata:

- sono stati valutati gli impatti su ciascuna componente ambientale lungo la direzione orizzontale delle matrici, come media dei valori assegnati ad ogni cella;
- sono stati valutati gli impatti cumulativi sulle componenti generati dagli elementi d'impatto, lungo la direzione verticale delle matrici, come media dei valori assegnati ad ogni cella.

Ad ogni media di riga e di colonna è stata assegnata una tonalità cromatica secondo i seguenti range (con x viene indicata la media):

$-3 \leq x < -2$ Rosso

$-2 \leq x < -1$ Giallo

$-1 \leq x < 0$ Verde

$x = 0$ Bianco

$x = \text{NULL}$ Bianco

$x > 0$ Azzurro

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

La rappresentazione cromatica degli impatti attraverso due matrici di sintesi, relative alla fase di costruzione ed a quella di esercizio dell'opera, consente un'immediata e sintetica individuazione degli elementi critici di impatto su cui focalizzare l'attenzione ai fini di una appropriata gestione e controllo.

Come espresso in sede introduttiva, l'approccio "*qualitativo*" non deve essere comunque inteso come una semplificazione del problema, in quanto i prospetti riepilogativi e la matrice riassuntiva degli impatti costituiscono esclusivamente uno strumento di sintesi della più articolata analisi e rappresentazione contenuta degli elaborati tecnici a corredo dell'istanza di VIA.

D.3 L'ATTUALE STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Come già ampiamente evidenziato all'interno del Quadro di riferimento programmatico e nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborati AM-RT10001 e AM-RT10002*), l'area individuata per la realizzazione dell'impianto in progetto è una ex area della raffineria Sarlux, in particolare ricade nella macroarea denominata "*Impianti Sud*", nell'area dove precedentemente era presente il Bacino di Contenimento del serbatoio ST-1, ora completamente smantellato.

Per quanto l'attività di Sardhy sarà del tutto autonoma rispetto alla raffineria Sarlux, la localizzazione dell'area di progetto all'interno del complesso industriale della raffineria, entrata in esercizio a Sarroch nei primi anni '60 del Novecento, rende necessario, nell'ambito della descrizione dell'assetto qualitativo attuale delle componenti ambientali e degli aspetti locali interessati, fare sovente riferimento a tale complesso industriale e ai dati ambientali che esso ha raccolto nel tempo nell'ambito dei propri piani di indagine e monitoraggio ambientali.

D.3.1 Atmosfera

D.3.1.1 Premessa

In coerenza con quanto richiesto dalla vigente normativa in materia di VIA, l'analisi della componente ambientale "*atmosfera*" è affrontata di seguito operando una distinzione tra le sotto-componenti di livello locale, riferibili ai caratteri meteo-climatici e alla qualità dell'aria, e quelle di carattere globale, fondamentale per una valutazione esauriente degli effetti ambientali del progetto proposto.

D.3.1.2 Inquadramento meteo-climatico

D.3.1.2.1 Caratteri climatologici generali

Al fine di delineare i caratteri climatici dell'area vengono nel seguito analizzati e descritti i principali parametri meteorologici: temperatura, piovosità e ventosità.

Il territorio in esame mostra caratteri orografici omogenei comuni all'arco pedemontano cagliaritano. Questa omogeneità orografica determina possibili correlazioni con le informazioni provenienti da numerose stazioni metereologiche vicine.

Nello specifico, le informazioni sugli aspetti meteorologici sono state desunte da:

- raccolta di elaborazioni dal titolo "Caratteristiche diffusive dell'atmosfera" pubblicata congiuntamente da ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM);
- pubblicazione on line a cura della *Global Historical Climatology Network* (GHCN), in cui sono riportati dati termometrici e pluviometrici mensili medi, relativi a numerosi anni di osservazione;

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Dati acquisiti dallo studio sull'Idrologia superficiale della Sardegna elaborato dall'Ente Autonomo Flumendosa del 1998 (oggi Ente Acque Sardegna).

La stazioni termo-pluviometriche più prossime e rappresentative rispetto alla zona in esame sono quelle di Pula e Capoterra.

Le informazioni sugli aspetti anemologici sono state ricavate dalla raccolta di elaborazioni effettuate nell'ambito della collaborazione tra ENEL e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare con riferimento ai dati rilevati nella stazione di dell'aeroporto di Cagliari Elmas (stazione meteorologica A.M. 560), per la quale sono disponibili i dati relativi al periodo di osservazione da gennaio 1951 a dicembre 1991.

D.3.1.2.2 Precipitazioni

Dall'esame dei dati pluviometrici disponibili, riferiti alle stazioni meteorologiche di Pula e Capoterra (Tabella 1), si evince che le precipitazioni annue complessive (media tra i dati delle due stazioni) ammontano a circa 500 mm. Le maggiori precipitazioni (in media ~370 mm) cadono nel semestre autunno-inverno, mentre nel semestre primavera-estate cadono in media ~130 mm di pioggia. Il mese meno piovoso è quello di luglio, in cui le precipitazioni sono pari a 2.5 mm.

Tabella 1 – Precipitazioni medie stagionali registrate nelle stazioni di Pula e Capoterra, nell'intervallo di anni 1922-2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet)

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale	Numero osservazioni
Pula	57.5	57.6	48.6	40.9	29.5	8.5	2.4	6.8	34.2	55.0	64.0	71.0	472	80
Capoterra	61.7	59.1	51.7	48.5	31.1	11.1	2.6	7.5	37.2	68.8	78.6	73.1	535	78

D.3.1.2.3 Temperatura

Relativamente ai dati termometrici si dispone di poche misurazioni (20 anni) e solo sulla stazione di Pula, dove la media annuale è di 17,4 °C. I mesi più caldi sono luglio e agosto, con medie rispettivamente di 25 e 26 °C; il periodo con le temperature medie mensili più elevate si estende da giugno (22,5 °C) a settembre (22,6 °C). I mesi più freddi sono dicembre, gennaio e febbraio con temperature medie mensili di 11 °C.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tabella 2 – Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Pula – Anni 1988÷2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet)

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale	Numero osservazioni
Pula	10.4	10.4	12.4	14.4	18.2	22.5	25.6	26.0	22.6	19.1	14.5	11.1	17.4	20

D.3.1.2.4 Anemologia

I dati storici disponibili, riferiti alla stazione dell'Aeronautica Militare di Cagliari-Elmas, mostrano una dominanza dei venti del quadrante di NW (corrispondenti al 30% delle frequenze sul complesso per le direzioni di provenienza dai 292,5° ai 337,5°), caratterizzati da velocità in prevalenza moderate (tra 5 e 12 nodi). Tale direzione è nettamente prevalente poiché è quella del caratteristico vento sinottico che investe la Sardegna sulla costa occidentale.

Si ha un secondo massimo relativo per venti da N; le frequenze corrispondono a circa il 13% del totale per le direzioni di provenienza comprese tra 337,5° e 22,5°. Si rileva inoltre che i venti da S e SE, collegati alle situazioni di bel tempo estivo quando spira brezza verso i rilievi più vicini, si presentano con una frequenza non trascurabile pari all'11%.

Le calme di vento sono significative e rappresentano circa il 20% delle rilevazioni per la stazione di Cagliari.

L'andamento nelle varie stagioni ripete quello rilevato durante l'anno con prevalenza dei venti da NW che si presentano con frequenze comprese tra il 34% della stagione invernale e il 28% della stagione autunnale. Nella stagione estiva le correnti da sud di brezza costituiscono il secondo massimo relativo con frequenza del 17%.

Le calme anemologiche prevalgono in inverno (26%) e in autunno (25%).

D.3.1.2.5 Stabilità dell'atmosfera

La stabilità è un indice della turbolenza atmosferica. Le condizioni di stabilità sono definite secondo la classificazione di Pasquill, che prevede sei classi con le caratteristiche riportate nel prospetto seguente.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Velocità del vento a 10 m [m/s]	Radiazione solare			Notte: copertura del cielo	
	Forte	Moderata	Debole	≥4/8	≤3/8
< 2	A	A – B	B		
2 – 3	A - B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D
Categoria di radiazione incidente	Insolazione				
	[Langley min-1]		[W/m²]		
Forte	$I > 1,0$		$I > 700$		
Moderata	$0,5 \leq I \leq 1,0$		$350 \leq I \leq 700$		
Debole	$I < 0,5$		$I < 350$		

Le caratteristiche che contraddistinguono le varie classi sono definite come segue:

- Classe A: situazione estremamente instabile, turbolenza termodinamica molto forte, *shear* del vento molto debole.
- Classe B: situazione debolmente instabile, turbolenza termodinamica forte, *shear* del vento debole.
- Classe C: situazione moderatamente instabile, turbolenza termodinamica media, *shear* del vento moderato.
- Classe D: situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica), turbolenza termodinamica debole, *shear* del vento moderato-forte.
- Classe E: situazione debolmente stabile, turbolenza termodinamica molto debole, *shear* del vento forte.
- Classe F+G: situazione stabile o molto stabile, turbolenza termodinamica assente, *shear* del vento molto forte.

Le nebbie sono state classificate in una classe a parte data la particolare struttura dell'atmosfera, generalmente caratterizzata da un'inversione di temperatura.

La stabilità atmosferica e le distribuzioni congiunte delle frequenze di stabilità dell'atmosfera e di classe di velocità del vento in relazione alla direzione di provenienza forniscono un quadro completo delle condizioni di dispersione degli inquinanti aerodispersi nell'area.

Nell'area in esame la condizione di neutralità, corrispondente alla classe di stabilità D, è la più frequente durante l'anno (48%), seguita dalla stabilità moderata e forte (classe F+G, 22%).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

L'analisi dei dati di distribuzione dei venti per la classe di stabilità più frequente (classe di stabilità D) permette di stabilire che la situazione più frequente è costituita dai venti con direzione NW (frequenza 34%) con intensità comprese prevalentemente tra 8 e 23 nodi.

I venti da SE costituiscono un secondo massimo relativo e si presentano con frequenza pari al 14%. Considerando tutte le possibili direzioni di provenienza ed includendo le calme di vento, l'intensità media del vento per la classe di stabilità D nel periodo estivo è di circa 6,5 m/s.

Per lo stato di atmosfera stabile, corrispondente alla classe F+G, la situazione più rappresentativa è la calma di vento con il 54% di frequenza.

D.3.1.3 Livello qualitativo della componente

D.3.1.3.1 Qualità dell'aria a livello locale

D.3.1.3.1.1 Normativa di riferimento

Il progressivo fenomeno dell'inquinamento atmosferico ha reso indispensabile l'adozione di precise norme volte a tutelare la salute dei cittadini.

In data antecedente all'emanazione di leggi e decreti, a difesa della qualità e salubrità dell'aria, la magistratura penale faceva riferimento alla norma generale contenuta nell'articolo 674 del Codice di Procedura Penale secondo cui *“chiunque, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumi atti ad offendere, imbrattare o molestare persone è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire 400.000”*.

Il primo vero provvedimento legislativo emanato in Italia sulle fonti di inquinamento atmosferico è la L. 615 del 1966: *“Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”*. La legge si poneva il compito di regolare l'esercizio degli impianti di riscaldamento, degli impianti industriali e dei mezzi motorizzati; in parte è stata abrogata dalla successiva legislazione ed attualmente il campo di applicazione è limitato ai soli impianti di riscaldamento ad uso civile.

Con il D.P.C.M. del 28 marzo 1983 *“Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno”* sono definiti i limiti di concentrazione degli inquinanti nell'ambiente esterno e, per essi, è previsto un monitoraggio costante. Per la prima volta inoltre sono stati fissati metodi di campionamento, analisi e verifica.

Nel 1988, recependo più direttive Comunitarie fu emanato il D.P.R. 203 *“Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183”*.

In esso si precisa che: *“è inquinamento atmosferico ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più*

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali e pubblici e privati".

Con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, che recepisce e dà attuazione alla Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, tutta la normativa italiana vigente in materia subisce un sostanziale aggiornamento. Il Decreto definisce i principi per:

- a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.lgs. 351/99 rinvia a successivi decreti del Ministro dell'Ambiente, da emanare in recepimento di ulteriori disposti Comunitari (Direttive Figlie), l'assunzione di:

- e) valori limite e delle soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;
- f) margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- g) termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- h) valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti, per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

- a) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- b) i criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;
- c) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Particolare riguardo è rivolto all'informazione al pubblico, che deve essere resa regolarmente, in modo chiaro, comprensibile ed accessibile.

In seguito, sotto l'impulso del Legislatore Comunitario, altri tre importanti provvedimenti sono intervenuti a disciplinare la materia, di per sé estremamente complessa:

- il D.P.C.M. 8 marzo 2002 recante "*Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione*";
- il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, recante "*Recepimento della direttiva 1999/30/Ce del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/Ce relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio*";
- la Legge 1 giugno 2002 n. 120, recante "*Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997*". Il protocollo mira in particolare alla riduzione entro il 2012 dell'8% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990.

Con la pubblicazione del D.lgs. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE "*Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*", la legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è definitivamente allineata alla legislazione europea.

Il nuovo atto normativo interiorizza le previsioni della Direttiva e, nell'abrogare tutti i precedenti testi normativi a partire dal D.P.C.M. 28 marzo 1983 fino al più recente D.lgs. 152/2007, racchiude in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, nonché i Criteri di Qualità dei dati.

Gli aspetti innovativi del D.lgs. 155 del 13 agosto 2010 possono essere così riassunti:

- indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari;
- indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri Biossido di Zolfo e Monossido di Carbonio e prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Biossido di Azoto e Benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; è altresì prevista proroga per l'applicazione del limite del parametro PM10 al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data;

- introduce la determinazione del parametro PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020;
- prevede, inoltre, un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

D.3.1.3.1.2 Esiti dei rilevamenti della qualità dell'aria nel sito produttivo di Sarroch

In Figura 1 si riporta l'ubicazione delle n.6 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nell'area produttiva di Sarroch, in particolare, di queste n.2 sono dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPAS) mentre le altre n.4 appartengono alla rete di monitoraggio dello stabilimento Sarlux.

La Tabella 3 e la

Tabella 4 mostrano rispettivamente i parametri monitorati dalle centraline di controllo della qualità dell'aria di ARPAS e quelli di riferimento per la rete di monitoraggio dello Stabilimento Sarlux.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 1 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria presso l'area produttiva di Sarroch e indicazione approssimativa dell'area di progetto in rosso

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tabella 3 – Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria dell'ARPAS: CENSA2, CENSA3

<i>CENSA2</i>	<i>CENSA3</i>
SO ₂	SO ₂
NO _x	NO _x
NO	NO
NO ₂	NO ₂
PM ₁₀	PM ₁₀
PM _{2.5}	PM _{2.5}
O ₃	O ₃
H ₂ S	H ₂ S
CO	CO
BENZENE	BENZENE
TOLUENE	TOLUENE
ETILBENZENE	ETILBENZENE
mp-XILENE	mp-XILENE
o-XILENE	o-XILENE

Tabella 4 – Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria della SARLUX:
Deposito Nazionale, Porto Foxi, Sarroch Parco, Villa D'Orri

<i>DEPOSITO NAZIONALE</i>	<i>PORTO FOXI</i>	<i>SARROCH PARCO</i>	<i>VILLA D'ORRI</i>
SO ₂	SO ₂	SO ₂	SO ₂
NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
CO	CO	CO	CO
O ₃	O ₃	O ₃	O ₃
H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S	H ₂ S
NMHC	NMHC	NMHC	NMHC
CH ₄	CH ₄	CH ₄	CH ₄
PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀
PM _{2.5}	PM _{2.5}	PM _{2.5}	PM _{2.5}

Sulla base di quanto riportato nel Report annuale dello stabilimento Sarlux relativo agli esiti del proprio Piano di monitoraggio e controllo per l'anno 2020, i risultati emersi dalla rete di monitoraggio Sarlux indicano che i valori limite di qualità dell'aria ambiente sono stati tutti rispettati nel 2020, ad eccezione del parametro O₃ presso la stazione di misura Sarroch Parco per il quale il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (D.lgs. 13 agosto 2010 n.155) è stato superato , considerando la media degli anni 2018-2019-2020 (Tabella 5) .

Tabella 5 – Ozono: obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana come numero di superamenti del limite normativo degli anni 2018-2019-2020 e obiettivo per la protezione della salute

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

umana come media dei superamenti del limite normativo degli anni 2018-2019-2020 (Fonte Sarlux, *Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020*)

Ozono – Valore obiettivo per la protezione della salute umana a lungo termine (pari a 120 µg/m³, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni)				
N°di superamenti del limite normativo per anno civile				N°di superamenti del limite normativo Media anni 2018-2019-2020
CENTRALINA SARLUX	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Media 2018-2020
Deposito nazionale	4	19	0	7,6
Porto Foxi	1	2	0	1
Sarroch Parco	32	38	27	32,3
Villa d'Orri	1	3	0	1,3

La rete di monitoraggio Sarlux ha registrato alcuni superamenti dei valori limite per alcuni inquinanti, senza eccedere il numero di massimo di superamenti indicati dalla normativa. I superamenti rilevati dalla rete di monitoraggio Sarlux nel 2020 sono riepilogati nella **Error! Reference source not found.**

Tabella 6 – Superamenti rilevati dalla rete di stazioni di monitoraggio Sarlux
(Elaborazione dati, Fonte Sarlux, *Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020*)

SUPERAMENTI DEI VALORI LIMITE DI QUALITA' DELL'ARIA RILEVATI NEL 2020 DALLA RETE DI CENTRALINE DI MISURA SARLUX					
Rete monitoraggio Sarlux	Inquinante	Parametro	Valore limite [µg/m³]	N° superamenti giornalieri	Riferimento normativo
Villa d'Orri	H₂S	Concentrazione media oraria	100	23	La normativa non prevede alcun valore limite. Sono riportati i valori limite del DPR 322/71, abrogato dal D.L. 5/12, come valori guida indicativi.
		Concentrazione media giornaliera	40	2	
Porto Foxi	PM₁₀	Concentrazione media giornaliera	50 – Valore Limite per la protezione della salute umana da non superare per più di 35 volte per anno civile	3	D.lgs.13/08/2010 n.155
Sarroch Parco	O₃	Massima Media mobile giornaliera di 8 h	120 - Valore Obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 volte per anno civile come media sui 3 anni	27	D.lgs.13/08/2010 n.155
	PM₁₀	Concentrazione media giornaliera	50 – Valore Limite per la protezione della salute umana da non superare per più di 35 volte per anno civile	28	D.lgs.13/08/2010 n.155
Deposito nazionale	PM₁₀	Concentrazione media giornaliera	50 – Valore Limite per la protezione della salute umana da non superare per più di 35 volte per anno civile	11	D.lgs.13/08/2010 n.155

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Con riferimento ai riscontri acquisiti dalla rete di monitoraggio ARPAS, si riportano di seguito i dati riferiti all'ultimo Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria in Sardegna disponibile (Anno 2020), pubblicato dalla stessa ARPAS.

I dati sono stati ottenuti considerando come periodo di rilevamento quello compreso tra il 01/01/2020 e il 31/12/2020 per i seguenti inquinanti: benzene, idrogeno solforato, biossido di zolfo, PM₁₀, PM_{2,5}, biossido di azoto, monossido di carbonio, ozono.

Nell'area industriale di Sarroch la rete di monitoraggio nel 2020 ha fatto riferimento a due stazioni di misura denominate CENSA3 e CENSA2. Tali stazioni di misura sono collocate a protezione del centro abitato, in particolare la CENSA3 si trova all'interno dell'area urbana (Via Rossini) mentre la CENSA2 si trova alla periferia dell'abitato (Via della Concordia), in prossimità dell'area industriale (Figura 2).

Nell'anno 2020 le stazioni di misura per la valutazione della qualità dell'aria dell'area di Sarroch hanno avuto una funzionalità con percentuali medie di dati validi pari al 91%. Si evidenzia che la stazione CENSA3 è stata inattiva dal 6 al 28 gennaio 2020 a causa del danneggiamento, da parte di ignoti, dell'alloggiamento del contatore elettrico della stazione stessa.

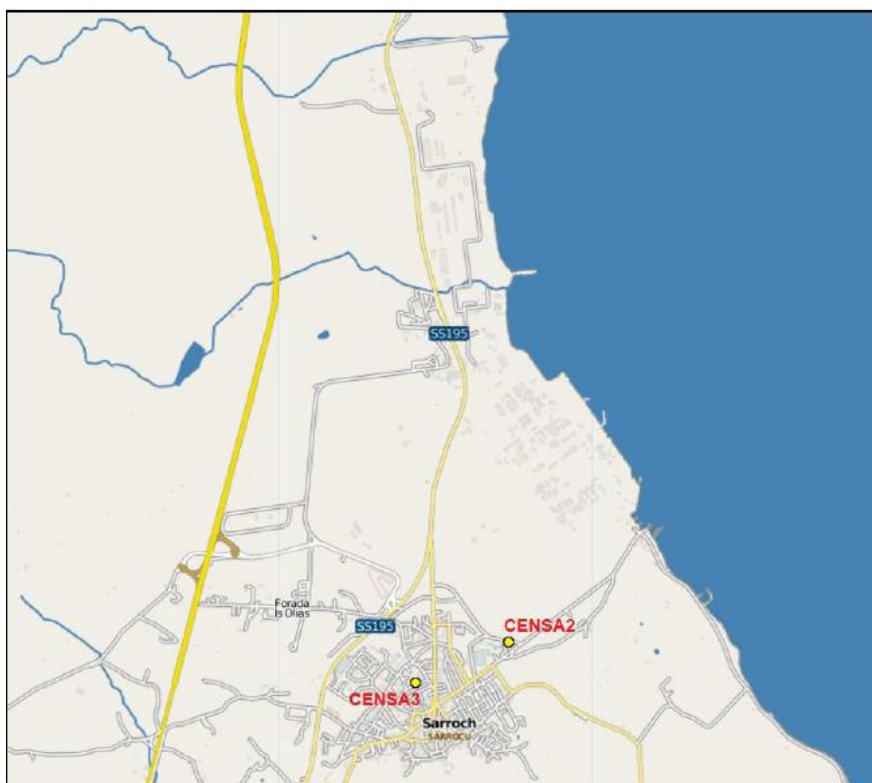


Figura 2 – Posizione delle stazioni di misura di Sarroch (Fonte ARPAS, “Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020”)

La stazione di misura CENSA2 (Tabella 7) ha registrato un solo superamento dei valori limite, senza eccedere il numero massimo di superamenti indicato dalla normativa, per il solo parametro PM₁₀ :

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

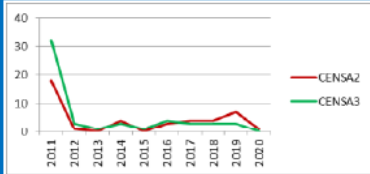
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 1 superamento nella CENSA2.

La stazione CENSA3 non ha registrato alcun superamento per il parametro PM10.

Tabella 7 – Superamenti di PM10 rilevati nelle centraline ubicate nell'area di Sarroch (Fonte ARPAS, "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020")

PM10 Superamenti	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sarroch	CENSA2	18	1	0	4	0	3	4	4	7	1
	CENSA3	32	3	1	3	1	4	3	3	3	0



Gli altri inquinanti monitorati dalle due stazioni di misura hanno presentato valori nella norma.

ARPAS nella propria relazione annuale evidenzia tuttavia una criticità per il parametro benzene, sebbene in assenza di superamenti dei limiti normativi, in quanto riscontra una media annuale elevata rispetto ai valori rilevati nel resto del territorio della Sardegna. ARPAS sottolinea tuttavia che la situazione è considerata moderata rispetto al notevole contesto emissivo della zona ed è comunque entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati.

D.3.1.3.2 Clima e qualità dell'aria a livello globale

In ambito scientifico è ormai consolidato che le attività antropiche sono responsabili dei cambiamenti climatici in atto e che tali cambiamenti stanno già interessando tutte le regioni del pianeta, anche se con impatti e modalità diverse.

L'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), istituito nel 1988, è il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici. I risultati recentemente pubblicati da IPCC nel proprio rapporto "*AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*" rafforzano ulteriormente la consapevolezza che le attività umane sono alla base delle cause dei cambiamenti climatici in atto.

In particolare, tale rapporto mette in evidenza quanto di seguito:

- Gli aumenti osservati nelle concentrazioni di gas serra (GHG) dal 1750 circa sono inequivocabilmente causati da attività umane. Dal 2011 le concentrazioni in atmosfera hanno continuato ad aumentare, raggiungendo nel 2019 medie annuali di 410 ppm per

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

l'anidride carbonica (CO₂), 1.866 ppb per il metano (CH₄), e 332 ppb per il protossido di azoto (N₂O).

- La temperatura superficiale globale nel periodo 2001-2020 è stata di 0,99°C superiore a quella del periodo 1850-1900, ed è stata più alta di 1,09°C nel periodo 2011-2020 rispetto al periodo 1850-1900, con aumenti maggiori sulla terraferma (1,59°C) rispetto all'oceano (0,88°C).
- Le precipitazioni globali medie sulla terraferma sono aumentate dal 1950, e più rapidamente a partire dagli anni '80. L'influenza umana ha probabilmente contribuito al pattern di cambiamento delle precipitazioni dalla metà del XX secolo, e ha molto probabilmente contribuito al pattern di cambiamento della salinità dell'oceano superficiale.
- L'influenza umana è la causa principale del ritiro dei ghiacciai a livello globale dagli anni '90, della diminuzione del ghiaccio. Questa diminuzione è di circa il 40% in Settembre (mese del minimo annuale). Inoltre, le attività umane hanno contribuito alla diminuzione della copertura nevosa primaverile dell'emisfero settentrionale dal 1950 e allo scioglimento superficiale osservato della calotta glaciale della Groenlandia negli ultimi due decenni.
- Lo strato superficiale dell'oceano (0-700 m) si è riscaldato a partire dagli anni '70 e le emissioni di CO₂ causate dall'uomo sono la causa dell'attuale acidificazione globale dell'oceano superficiale.
- Il livello medio del mare globale è aumentato di 0,20 m tra il 1901 e il 2018 e il tasso medio di innalzamento è stato di 1,3 mm/anno tra il 1901 e il 1971. Le attività umane sono la principale causa di questo innalzamento. Recentemente tra il 2006 e il 2018 il tasso di innalzamento ha raggiunto i 3,7 mm per anno.
- Le zone climatiche si sono spostate verso il polo in entrambi gli emisferi, ed il periodo vegetativo si è allungato in media fino a due giorni per decennio dagli anni '50 alle medie latitudini in entrambi gli emisferi.
- L'influenza umana ha riscaldato il clima a un ritmo (velocità) senza precedenti negli ultimi 2000 anni.

Alcuni dei cambiamenti climatici in atto sono irreversibili, tuttavia, altri possono essere rallentati e altri ancora potrebbero essere arrestati o addirittura invertiti limitando il riscaldamento globale. Per contenere l'innalzamento della temperatura media del pianeta entro 1,5°C rispetto al periodo pre-industriale è necessario ridurre drasticamente e rapidamente le emissioni di CO₂, metano e altri gas serra.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Si fa infine presente che il citato Rapporto IPCC considera l'inquinamento atmosferico e le cause dei cambiamenti climatici come due fattori strettamente legati tra di loro, nello specifico i due fenomeni vengono definiti “*due facce della stessa medaglia*”. Secondo il Rapporto IPCC, politiche integrate di riduzione delle emissioni generate dalle attività umane costituiscono la migliore strategia di politica ambientale, anche in termini di costi sociali ed economici, che producono effetti benefici sia per la qualità dell'aria che per il contenimento del riscaldamento del pianeta.

D.3.2 Suolo e sottosuolo

D.3.2.1 Premessa

L'area in cui si intende realizzare il progetto è localizzata nel settore meridionale della Sardegna, nella porzione di territorio a mare prospiciente sulla costa sud-occidentale del Golfo di Cagliari, in territorio di Sarroch (CA). In particolare, l'area individuata per la realizzazione dell'impianto in progetto è una ex area della raffineria Sarlux, nella macroarea di stabilimento denominata "*Impianti Sud*", nell'area dove precedentemente era presente il Bacino di Contenimento del serbatoio ST-1, ora completamente smantellato.

Per quanto l'attività di Sardhy sarà del tutto autonoma rispetto alla raffineria Sarlux, ai fini della descrizione della componente ambientale in esame, le informazioni stratigrafiche e idrogeologiche di base sono tratte dai rilevamenti geologici nei dintorni dello stabilimento Sarlux e in sito, dagli studi di letteratura geologica del territorio in esame nonché dall'elaborazione dei dati pregressi delle attività di caratterizzazione geologico-ambientale e di prospezione geologico-tecnica-geofisica condotte nell'area da Sarlux.

Per la definizione dello schema geologico della regione, si è esteso lo studio oltre i limiti direttamente interessati dal progetto, realizzando un'indagine finalizzata alla valutazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche del più vasto ambito in esame.

D.3.2.2 Inquadramento geomorfologico

La più vasta area di studio fa parte della piana costiera a est del massiccio del Sulcis, localizzato nella Sardegna sud-occidentale. Il massiccio è costituito da un'ossatura di rocce metamorfiche e magmatiche paleozoiche, interessate da intensi processi di spianamento in differenti periodi geologici. Nel Sulcis, questi processi hanno originato un vero e proprio altopiano, successivamente smembrato dall'erosione lineare. L'altopiano, originato da movimenti di sollevamento, è stato successivamente inciso da una vistosa paleovalle, di cui rimangono tracce nei pressi dello spartiacque attuale che separa la testata del *Rio Mannu di Santadi* dal *Rio Gutturu Mannu* a NE e del *Rio di M. Nieddu* a W.

La morfologia dell'area è quella della fascia pedemontana terrazzata, che raccorda da ovest verso est i rilievi montuosi con i depositi di spiaggia del litorale. I modesti terrazzamenti fluviali che la caratterizzano testimoniano l'alternanza di fasi erosive a fasi di deposizione più o meno intense da parte dei locali corsi d'acqua, in concomitanza alle principali variazioni del livello del mare. Una chiara scarpata di faglia delimita il passaggio tra le rocce metamorfiche paleozoiche e le alluvioni quaternarie terrazzate, interrotte dai conetti andesitici collegati all'apparato vulcanico di Sarroch-Pula (Figura 4) (Massoli - Novelli, 1965)

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Sotto il profilo geomorfologico il Sulcis nord-orientale è una regione estremamente tormentata, benché l'altitudine media non sia elevata. Si tratta di un vero paesaggio montuoso caratterizzato da forti dislivelli, ripide pareti e valli profonde, determinato dalle orogenesi caledonica ed ercinica e dall'intrusione di un batolite granitico nei sedimenti paleozoici, che furono quindi ancora sconvolti e talvolta metamorfosati. I graniti furono messi in posto nella fase distensiva dell'orogenesi ercinica, durante il Carbonifero medio-superiore.

A volte il granito costituisce topograficamente la parte alta, in altri casi accade il contrario. Tale situazione, come ben spiegato dal Pelletier (1960) quando descrisse la zona, è dovuta a motivi di carattere strutturale, legati alle modalità di insediamento del batolite granitico, oltreché alla presenza di facies particolarmente inquarzate. Laddove il batolite granitico, con le sue gibbosità ed apofisi, ha sollevato maggiormente la copertura scistosa, l'erosione ha agito più rapidamente, determinandone la venuta a giorno, come è avvenuto ad esempio a *P.ta de sa Grutta Arrubia* (3 km a ovest dell'area di intervento); in altri casi, invece, lo scisto inquarzato oppure attraversato da filoni di quarzo che ne hanno irrobustito la struttura, si è conservato a formare vette e dorsali (*P.ta de Su Seinargiu*, *Guardia de Is Biancus*, ecc.), a pochi chilometri a ovest del sito.

La tettonica ha guidato altresì l'idrografia e ciò è dimostrato dall'andamento rettilineo dei corsi d'acqua, dal loro parallelismo secondo direzioni prestabilite e dall'allineamento degli spartiacque, che ha guidato la formazione dei bacini di raccolta. L'approfondimento recente del massiccio del Sulcis è stato infatti operato lungo le linee di debolezza strutturale, verosimilmente per processi di erosione selettiva. Le valli attuali seguono pertanto le lineazioni, gli assi di scistosità ed i contatti tettonici.

In fotografia aerea la zona appare chiaramente suddivisa nelle quattro formazioni geologiche fondamentali (Figura 4). La rottura di pendio, le forme tondeggianti, l'erosione fluviale con valli ad "U", le colture agricole, sviluppate solo in quest'area, permettono di riconoscere la formazione delle alluvioni quaternarie. Il contatto con gli scisti, interrotto da un lembo di quaternario che si inoltra in essi, segue l'allineamento NE-SW. Unica anomalia topografica è il cono andesitico di *Cuccuru S. Marco*, ubicato a circa 3.000 metri a WSW dalla costa.

La formazione scistosa appare molto aspra e accidentata, con forti dislivelli e valli incise a "V". Al suo interno si notano parecchie strutture e allineamenti. Quello che sembra essere il principale allineamento è dato dalle creste che vanno da *Su Sperrimu* a *S'Arcu de Antoni Zoppu*, in direzione circa N-S, con varie ondulazioni, interrotte circa a metà da una struttura semicircolare con la concavità diretta a W. Una struttura WNW-ESE che parte da *P.ta de Su Seinargiu*, costituisce il ramo S dell'emiciclo.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

A nord di Punta de Su Seinargiu (Figura 3), si nota un'evidente e lunga frattura diretta NE-SW, dove un potente filone, in affioramento lungo circa 230 metri, in fotografia aerea appare come un muro messo in evidenza dall'erosione differenziale. Tale filone è una mineralizzazione a barite prevalente in ganga quarzosa.

Tra gli scisti, quasi parallelamente al contatto con i depositi quaternari, affiora una sottile lingua di granito, caratterizzata da toni grigi più chiari. I contatti non sono però in generale distinguibili, perché obliterati dai detriti e dalla vegetazione.

A nord dell'area occupata dallo Stabilimento Sarlux, è visibile il forte contrasto di forme tra le formazioni granitiche, attraversate dalle gallerie della strada CACIP c.d. *“Perimetrale Consortile”*, caratterizzate localmente da aspri affioramenti rocciosi privi di vegetazione, e quelle metamorfiche, nella parte occidentale più interna, contraddistinte da rilievi dolci coperti dalla vegetazione. In generale, il paesaggio granitico è caratterizzato da scarpate e versanti estremamente ripidi e in genere spogli; il paesaggio metamorfico, invece, è inciso con forza dall'azione erosiva che ha disseccato il rilievo monotono in valli incassate.



Figura 3 – Rilievi montuosi metamorfici (Punta Su Seinargiu) visti dalla strada perimetrale a monte del Parco Serbatoi dello stabilimento Sarlux – Impianti SUD; a destra, con quote inferiori, rilievi granitici

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

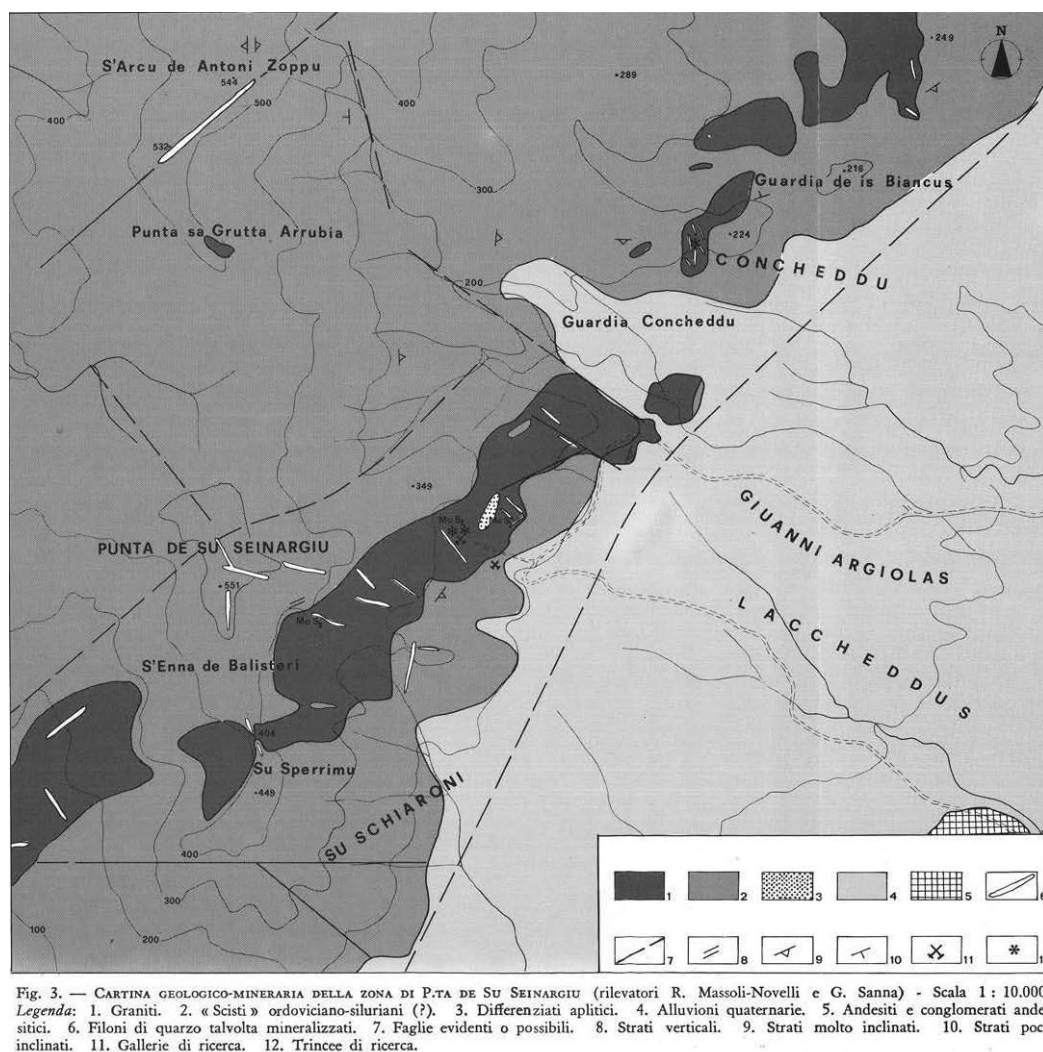


Figura 4 – Carta geologico-mineraria della zona di Punta de Su Seinargiu (Caboi et alii, 1978), localizzata a ovest dell'area dello stabilimento Sarlux

Il drenaggio è di tipo rettangolare: questa circostanza ben si accorda con le numerose strutture presenti e fa pensare che sia proprio la tettonica ad aver esercitato un controllo sul reticolo idrografico, per cui una buona parte dei corsi d'acqua che scendono dallo spartiacque N-S, caratteristici per il loro andamento rettilineo, sembrerebbe impostati su faglie o fratture.

Il tipo di argilloscisto presente nell'area in esame appare abbastanza omogeneo, almeno in relazione alle numerose varietà di facies petrografiche che caratterizzano le coltri a contatto dei batoliti granitici della Sardegna. Nel caso specifico si tratta di una roccia di colore grigio nelle fratture fresche, tendente al marrone su quelle ossidate, piuttosto fratturata, debolmente scistosa. Nel fondovalle gli scisti si presentano compatti, di notevole durezza, ben stratificati in grandi bancate. Nei punti relativamente più elevati, ad esempio a *Guardia de Is Biancus*, possono comparire filoni quarzosi discordanti e ben evidenti a causa dell'erosione selettiva. Tali

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

filoni presentano salbande ancora silicee di colore rossastro, talora inglobanti elementi di scisto; anche tale silice, talvolta a guisa di vero “crostone”, preserva dall'erosione gli scisti circostanti.

L'affioramento di granito nella zona in esame ha la forma di una digitazione orientata NE-SW, emergente a mezza costa tra gli scisti, chiaramente collegata all'intrusione del batolite principale del Sulcis, comunemente considerato di età ercinica (Cocozza et al., 1974). La roccia tende ad apparire metasomatizzata a contatto con i filoni a quarzo e a quarzo + molibdenite, assumendo un aspetto biancastro, minore compattezza, per evidente trasformazione dei componenti soprattutto feldspatici.

D.3.2.3 Inquadramento geologico-strutturale

D.3.2.3.1 Inquadramento generale

Il basamento della zona di studio è costituito fondamentalmente da tre complessi litoidi: gli scisti grigi ordoviciano-siluriani, il granito ercinico e le vulcaniti oligo-mioceniche. I graniti formano un rilievo a se stante, a est delle metamorfiti, e, come già citato, si insinuano altresì in queste ultime come una lunga digitazione, con direzione SW-NE (Figura 4). Le formazioni geologiche che formano una sottile coltre sulle rocce del basamento sono le alluvioni quaternarie (Figura 5). A nord-ovest dello stabilimento Sarlux affiorano i granitoidi tardo-ercinici (Carbonifero superiore-Permiano) (n. 26), che fanno parte del complesso plutonico occupante circa un terzo della superficie dell'Isola. A sua volta, il plutone è parte del grande batolite sardo-corso. Il Batolite è notoriamente composito e si è messo in posto in un intervallo di tempo lungo, pari a circa 40 milioni di anni (da circa 320 a circa 280 Ma). In un tale intervallo di tempo, i cambiamenti del quadro geodinamico si sono riflessi sui caratteri strutturali e composizionali delle diverse intrusioni. Nel Batolite sardo-corso, infatti, sono distinguibili due associazioni principali: una magnesio-potassica di età viseana-namuriana, presente solo nella Corsica settentrionale, e una calcalcalina riferibile essenzialmente al Carbonifero superiore-Permiano inferiore, la quale costituisce la quasi totalità dei granitoidi della Corsica meridionale e della Sardegna (Orsini, 1980).

Per quanto concerne i rapporti tra messa in posto dei vari plutoni e la tettonica ercinica, Ghezzi et alii (1982) hanno distinto tra plutoniti sin-, tardo- e post-tettoniche con riferimento all'ultima fase deformativa ercinica, ritenuta da questi Autori ancora compressiva e, quindi, collocata all'interno della dinamica collisionale della catena. Tuttavia, solo le età radiometriche e le strutture esibite dai granitoidi appartenenti all'associazione magnesio-potassica della Corsica settentrionale sono compatibili con una messa in posto durante un regime compressivo ercinico ancora attivo.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Nella Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000, le plutoniti sono state distinte prevalentemente in base alla composizione modale procedendo dai vari termini più femici a quelli più sialici; questa successione, a grandi linee, corrisponde anche alla successione cronologica delle intrusioni come individuata da Ghezzo & Orsini (1982).



Figura 5 – Area del complesso Sarlux sulla Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carmignani et al., 1990), indicazione approssimativa dell'area di progetto in blu

Nel Sulcis sud-orientale, e in particolare nel Foglio geologico “*Capoterra*”, la successione paleozoica si chiude con la *Formazione di Pala Manna*, un'unità vulcano-sedimentaria sinorogenica (*flysch* ercinico tipo Culm) di probabile età eo-carbonifera, costituita da metarenarie, quarziti alternate a metargilliti, liditi, metaepiclastiti, metavulcaniti, metaconglomerati monogenici e poligenici, quarziti listate contenenti olistoliti anche di grandi dimensioni. Questi materiali si sono depositi nell'avanfossa della catena ercinica in migrazione e sono stati ripresi negli ultimi movimenti traslativi.

Nei rilievi di *P.ta de Su Seinargiu* e *Monte Flumini Binu*, situati a SW e W rispettivamente dal complesso Sarlux, sono presenti mineralizzazioni di molibdenite. Quella di *Punta de Su Seinargiu* è incassata in una lingua di granito diretta NE-SW affiorante da una copertura scistosa.

Di seguito si descrivono le formazioni affioranti nell'area di studio dal basso verso l'alto stratigrafico.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.2.3.2 Unità intrusiva di Villacidro - Facies Monte Lattias (VLD_c): Leucosienograniti a biotite

Tale facies dell'Unità intrusiva di Villacidro costituisce la massa intrusiva più estesa di tutto il Sulcis e caratterizza il settore occidentale e meridionale del Foglio geologico in scala 1:50.000 "Capoterra". In realtà è costituita da due masse intrusive principali, identiche in composizione e distinguibili fondamentalmente per i caratteri tessiturali, unificate per comodità di rappresentazione cartografica del foglio in una singola unità plutonica.

Di questi due importanti plutoni, il primo è rappresentato dalla massa intrusiva di M. Lattias - M. Genna Spina che culmina a N con i rilievi di M. Arcosu (Sez. Capoterra) e si estende nel settore di Santadi con le propaggini più meridionali dei plutoni di M. Nieddu e Pantaleo. Il secondo tipo invece caratterizza i rilievi posti a N di Santa Margherita di Pula (P.ta Sa Cresia - M. Barone) a partire dalla zona della Caserma della Forestale di Piscinamanna - M. Bagadiu (Sez. Villa San Pietro).

Entrambi i plutoni sono sostanzialmente leucosienograniti a biotite di colore bianco-rosato (giallo-verdastro per alterazione) a grana medio-grossa e tessitura isotropa all'osservazione macroscopica, con struttura equigranulare per i primi e tendenzialmente inequigranulare porfirica per quelli del settore a N di Pula (Figura 6). I costituenti fondamentali sono ortoclasio peritico, microclino, quarzo, plagioclasio (oligoclasio) e biotite in quantità non superiori al 3-4% in volume. Fra i minerali accessori, oltre alle solite fasi minerali, spicca in particolare la fluorite, in plaghe anedrali di solito associate ai feldspati.

La roccia granitica nella vicina Punta su Seinargiu tende ad apparire metasomatizzata a contatto con i filoni a quarzo e a quarzo+molibdenite, assumendo un aspetto biancastro, minore compattezza, per evidente trasformazione dei componenti soprattutto feldspatici. La composizione fondamentale è dunque data, in ordine decrescente di abbondanza, da quarzo, ortoclasio, microclino, biotite. Accessori comuni sono magnetite e rutilo, raro lo zirconio. Frequenti nel quarzo le microfratture e le inclusioni soprattutto liquido-gassose. Non di rado, anche nel granito fresco, compaiono piccoli nidi o stelline di molibdenite; non sembra che tale molibdenite di impregnazione, e neanche d'altra parte quella insediata nei filoncelli quarzosi, siano legate in modo preferenziale ad una delle due facies di granito, poiché sia il granito a grana grossa sia quello a grana media risultano interessati dalla mineralizzazione (Cabo *et al.*, 1978).

Le età radiometriche disponibili variano da 289±1 Ma a 274±9 Ma (Del Moro *et alii*, 1975; Cocherie, 1978; Cocherie, 1985; Castorina & Petrini, 1989).



Figura 6 – Leucosienograniti a biotite, inequigranulari, affioranti a nord-ovest dello stabilimento Sarlux in prossimità della strada “*Perimetrale Consortile*” del CACIP

D.3.2.3.3 Formazione di Pala Manna (PMN)

Questa unità litostratigrafica è una potente successione terrigena, costituita da irregolari alternanze di metarenarie, quarziti scure e metapeliti grigie. A questi litotipi sono intercalati livelli da metrici fino a decametrici di quarziti nere (liditi) sottilmente stratificate, metaconglomerati, metabrecce e olistoliti, in cui sono rappresentate buona parte delle formazioni paleozoiche sottostanti.

Nelle alternanze pelitico-arenacee sono state osservate varie strutture sedimentarie, quali *flute-cast*, laminazioni convolute e incrociate. Talvolta è possibile riconoscere porzioni di sequenze torbidity e altre strutture di ri-sedimentazione testimoniate da *mud-flow*, *debris flow*, *slumping*, ecc. I livelli di metaconglomerati costituiscono affioramenti con scarsa continuità laterale e con spessori che possono arrivare ad alcune decine di metri. Gli elementi clastici sono rappresentati da liditi, quarziti, metarenarie, metacalcari silicizzati, metavulcaniti e raramente metacalcari nodulari. Le dimensioni dei clasti sono molto variabili, da 1 cm ad alcune decine di cm; essi sono sia dispersi in un’abbondante matrice pelitico-arenacea, sia granulo-sostenuti. È probabile che gli elementi carbonatici fossero molto più numerosi di quanto si possa rilevare attualmente: sono presenti, infatti, numerose cavità probabilmente dovute alla completa dissoluzione di clasti calcarei.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

A volte i banchi di metaconglomerati e metabrecce presentano contatti erosivi alla base e mostrano spessori variabili da alcuni decimetri a oltre 30-40 m. Vengono interpretati come *debris flow* (Teichmüller, 1931; Barca & Maxia, 1982; Spalletta & Vai, 1982; Barca & Spalletta, 1985). Sia nelle metasiltiti sia nelle metarenarie, inoltre, si ritrovano caratteristici blocchi isolati (olistoliti) di liditi e metacalcari, di dimensioni da decimetriche a ettometriche.

D.3.2.3.4 Andesiti di Monte Arrubiu (MAB)

Queste vulcaniti, in passato oggetto di studi geopetrografici da parte di Massoli Novelli (1965; 1967; 1969) e, più recentemente, petrologici di Conte (1997), affiorano nel settore di Sarroch e Pula. Si tratta di corpi lavici a chimismo andesitico in colate, spesso autobrecciate (brecce di esplosione), con autoclasti andesitici angolosi (MAB). Le lave andesitiche, di cui spesso è riconoscibile una fluidalità magmatica sub-orizzontale, si presentano di colore da grigio scuro a grigio verde-violaceo, con struttura porfirica definita da fenocristalli di plagioclasti, anfiboli e pirosseni, immersi in una massa di fondo microcristallina. Spesso sono interessate da un'alterazione idrotermale diffusa principalmente di tipo propilitico, con formazione di epidoti e zeoliti, queste ultime sovente in splendide associazioni ben cristallizzate.

Sulla base delle datazioni assolute cui si fa riferimento nel paragrafo precedente, questo complesso andesitico si sarebbe messo in posto nell'Oligocene superiore (Chattiano).

D.3.2.3.5 Corteo filoniano (fq)

Tutto il batolite sardo-corso è interessato da un corteo filoniano di rocce ipoabissali a chimismo basico, intermedio ed acido, caratterizzate da complessi rapporti con le rocce incassanti costituite da plutoniti e con minore frequenza, da metamorfiti. Le orientazioni dei corpi ipoabissali variano da N-S fino a NNW-SSE.

Le datazioni disponibili per queste manifestazioni indicano età radiometriche (metodo Rb-Sr) comprese tra 298 ± 4 e 268 ± 4 Ma per i dicchi calcalcalini e quelli peralluminosi (Vaccaro *et alii*, 1991), e 228 ± 3 Ma (Baldelli *et alii*, 1987) per quelli alcalini.

D.3.2.3.6 Formazione del Cixerri (CIX)

Questa formazione (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969; Barca & Palmerini, 1973; Barca *et alii*, 1973) è costituita da un'alternanza di arenarie quarzose grigio-verdastre, arenarie siltose a cemento carbonatico, argille marnoso-siltose, livelli o lenti di conglomerati poligenici a prevalenti clasti di basamento paleozoico e di rocce carbonatiche mesozoiche. Sono presenti strutture sedimentarie tipo impronte di carico, solchi di erosione, *graded bedding* e stratificazione

parallela ed obliqua, mentre nelle facies arenaceo-siltose si rinvencono frequentemente *burrows* ed altri tipi di bioturbazioni.

L'età di questa formazione è riferita all'Eocene medio - Oligocene.

D.3.2.3.7 Depositi Quaternari

Nel Foglio Capoterra e nel Foglio Pula sono presenti due principali unità deposizionali, separate da una importante superficie di erosione che corrisponde ad un periodo di incisione e di terrazzamento.

Il sintema più recente è notoriamente più complesso e articolato e corrisponde ai depositi messi in posto durante l'Olocene. I depositi olocenici sono compresi in una grande unità che è stata a sua volta suddivisa in sottounità corrispondenti ai vari ambienti deposizionali e in parte al loro grado di attività (depositi di conoide alluvionale, di pianura alluvionale, dell'alveo attuale, etc.). In questa unità sono, inoltre, compresi i depositi di origine antropica. L'altra unità è rappresentata principalmente da depositi alluvionali pedogenizzati e terrazzati, che passano lateralmente a depositi detritici di versante e di conoide alluvionale.

D.3.2.3.7.1 Depositi pleistocenici

Subsintema di Portoscuso (PVM₂)

Il subsintema di Portoscuso (PVM₂) è costituito prevalentemente da depositi di ambiente alluvionale e da depositi di versante.

I depositi alluvionali sono prevalentemente costituiti da ghiaie grossolane, più di rado da blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati, raramente arrotondati. Essi presentano strutture incrociate concave in genere piatte e di limitata ampiezza (Poggio dei Pini, Azienda Agricola Medda-Obino, cave dismesse di Sa Carruba Durci).

I sedimenti alluvionali descritti corrispondono comunemente a conoidi alluvionali più o meno appiattite deposte da corsi d'acqua allo sbocco delle valli che incidono i rilievi del Sulcis, sia sul lato costiero meridionale (tra Capoterra e Pula), sia all'interno delle conche di Narcao e Santadi. A nord, in prossimità dei versanti aumentano sia la dimensione dei clasti sia la percentuale di elementi spigolosi. In alcune località, come Sa Perda Soritta, i clasti sono angolosi anche perché provenienti dall'erosione di rocce metamorfiche con elevate percentuali di elementi quarzitici. Data la limitata distanza dai rilievi montani, essi localmente hanno dato origine a conoidi incanalate, con le facies sedimentarie caratterizzate da un'estrema monotonia composizionale. Lo spessore totale può anche superare i 10 m, ma più frequentemente è di alcuni metri.

Questi sedimenti si presentano sempre fortemente smembrati dall'erosione e terrazzati ai lati dei letti fluviali attuali e/o dei depositi alluvionali olocenici. Le scarpate variano da qualche metro sino ad alcune decine di metri di altezza. I depositi detritici sono caratterizzati da clasti mediamente grossolani, a spigoli angolosi, disposti sia in strati sia in lenti decimetriche. Essi si originarono ai piedi dei versanti modellati su rocce del basamento, sviluppando dei *talus* ai piedi dei rilievi e con di detrito in corrispondenza di canali. Si tratta però di depositi che sono stati in larga parte erosi durante l'approfondimento delle valli post-glaciali e, per questo motivo, talora affiorano in aree limitate e non cartografabili alla scala del rilevamento e/o possono inoltre essere presenti al di sotto delle coperture oloceniche.

D.3.2.3.7.2 Depositi olocenici

Sono rappresentati sia dai sedimenti attuali sia da sedimenti messi in posto durante le modificazioni dell'ambiente fisico olocenico e, dunque, caratterizzate da gradi variabili di inattività e seppellimento. Tra questi depositi sono inoltre compresi quelli alluvionali terrazzati, posti a quote inferiori rispetto al terrazzo pleistocenico. I depositi più rappresentati sono quelli di conoide e di pianura alluvionale, che presentano relazioni di variazione laterale di facies, ed inoltre depositi di versante. La natura di questi sedimenti e la relazione laterale tra le varie facies è, infatti, alquanto complessa.

D.3.2.3.7.3 Depositi di versante (a)

Si tratta di depositi detritici costituiti da clasti angolosi in genere di spessore limitato (alcuni metri) osservati sulle pendici dei rilievi calcarei e più limitatamente su quelli del substrato paleozoico.

Gli affioramenti più estesi si rinvenivano sui versanti ad ovest dei rilievi di Capoterra, e a nord-ovest di Villa San Pietro.

D.3.2.3.7.4 Coltri eluvio-colluviali (b2)

Si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali variabili di sedimenti fini (sabbia e silt) più o meno pedogenizzati ed arricchiti della frazione organica, mescolati con sedimenti più grossolani, in genere detriti da fini a medi. L'elevata presenza della frazione organica indica che si tratta di sedimenti derivati dall'erosione del suolo durante l'Olocene e mescolati a sedimenti provenienti per degradazione fisica direttamente dal substrato. Il loro spessore è in genere esiguo (qualche metro).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.2.3.7.5 Depositi alluvionali (ba)

I corsi d'acqua sono di modesta estensione e a carattere tipicamente torrentizio, dunque caratterizzati da forti alternanze stagionali.

I corsi d'acqua principali sono il Rio Santa Lucia, il Rio di San Gerolamo, il Rio Mannu di Villa San Pietro, il Rio di Monte Nieddu ed il Rio Su Tintioni. Tra questi corsi, tutti a carattere torrentizio, sono presenti numerosi altri con grado di attività dell'alveo estremamente variabile.

I sedimenti alluvionali sono in genere grossolani e/o molto grossolani e raramente sono presenti intercalazioni di lenti sabbiose. La stratificazione è in genere caratterizzata da livelli piano-paralleli o a stratificazione incrociata concava molto piatta, a testimoniare le dinamiche di un corso a canali intrecciati. Lo spessore di questi sedimenti è molto variabile e localmente supera i 5 m.

In prossimità dei versanti montuosi, i sedimenti all'interno degli alvei possono essere anche molto grossolani e localmente sono presenti affioramenti di substrato. In alcuni casi sono stati osservati letti molto grossolani. La limitatezza degli affioramenti ha impedito talora la loro riproduzione cartografica.

D.3.2.3.7.6 Depositi alluvionali terrazzati (bn)

Si tratta di depositi alluvionali grossolani, con limitate lenti e livelli di sabbie e di ghiaie fini a stratificazione incrociata concava, oppure massivi, simili a quelli che si osservano lungo gli alvei attuali.

Nell'area di studio una serie di corsi d'acqua a regime stagionale torrentizio, orientati circa W-E, incidono i depositi alluvionali terrazzati (bna), rappresentati da ghiaie con subordinate sabbie.

Questi depositi sono posti ai lati dei letti attuali e in genere non sono interessati dalle dinamiche fluviali in atto nel letto ordinario. Tratti di quest'unità possono però essere interessati da fenomeni alluvionali durante eventi idrometeorici eccezionali.

È quanto si è verificato in alcune località non distanti da Capoterra durante gli eventi idrometeorici del novembre 1999 e dell'ottobre 2008. La rarità di tali eventi ha fatto venir meno la necessaria attenzione verso queste aree cosiddette a rischio che sono state talora oggetto di espansione edilizia. Le antiche pianure alluvionali, molto più estese di quelle attuali, forniscono informazioni certe su importanti eventi idrometeorici avvenuti in passato, che hanno riattivato settori molto ampi delle pianure e dei conoidi alluvionali. In molti casi questi sedimenti hanno rappresentato i letti di piena straordinaria fino al secolo scorso.

Tra essi sono considerati anche i depositi alluvionali debolmente terrazzati sui fondi vallivi attuali, come quelli presenti lungo i corsi del Rio Mannu di Villa S. Pietro, il Rio di Monte Nieddu

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

e del Rio Su Tintioni, tutti ubicati sul versante meridionale del massiccio del Sulcis, e sui lati del Rio Mannu di Narcao.

Nei pressi dei rilievi, i sedimenti di fondovalle si raccordano a conoidi alluvionali anche discretamente inclinate (ad es., a S di Capoterra o nei dintorni di Cuccuru San Marco). In questi casi alcuni livelli ghiaiosi sono matrice-sostenuti.

Data la vicinanza al mare del versante, e la limitatezza dell'estensione di questi depositi, raramente essi si presentano suddivisi in terrazzamenti minori. In alcune aree però, a quote progressive sul *thalweg*, sono presenti scarpate di erosione fluviale discretamente rettilinee, che testimoniano fasi di approfondimento delle valli seguite da aggradazione di sedimenti grossolani. Lo spessore dei sedimenti è, in genere, difficilmente valutabile, ma in alcune sezioni, in fronti di cave o lungo scarpate di erosione fluviale, può superare i 5 m.

Tra i depositi fluviali olocenici sono presenti anche sedimenti più fini affioranti a N di Villa San Pietro. In questa zona, all'uscita del Rio Monte Nieddu, sono stati individuati tratti di antichi meandri debolmente incisi all'interno del terrazzo pleistocenico. Essi sono alterati da alfisuioli ad orizzonte B_t discretamente rubefatto.

D.3.2.3.7.7 Depositi antropici (ha; h1)

Si tratta di materiali detritici derivati prevalentemente dall'attività mineraria (h1m), discariche industriali (h1j), materiali di riporto e aree bonificate (h1r), in generale depositi e manufatti antropici (ha).

I depositi dell'attività mineraria sono stati accumulati sui versanti e sui fianchi delle valleciole presenti in vicinanza degli scavi minerari. Nel territorio appartenente al Foglio Capoterra tali depositi sono ben rappresentati oltre che a San Leone, presso Capoterra, a S di Nuxis, a SE di Piscinas e a NE di Narcao.

A nord dell'area di studio sono altresì presenti i depositi della discarica controllata di Flumini Binu.

D.3.2.4 Inquadramento pedologico

I suoli di interesse nell'area (Figura 7) sono quelli dei paesaggi su alluvioni del Pleistocene e quelli dei paesaggi sulle rocce effusive acide (unità cartografiche rispettive: 26 e 14), oltre a una vasta area occupata da infrastrutture industriali (unità cartografica: 35).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 7 – Indicazione approssimativa dell'area di progetto (contorno rosso) su stralcio della carta dei suoli della Sardegna (Aru et al., 1990). Unità 26: paesaggi su alluvioni pleistoceniche; unità 14: paesaggi su vulcaniti acide; unità 35: aree urbanizzate e infrastrutture

Le formazioni alluvionali pleistoceniche sono rappresentate da vari livelli di glaciai, il cui grado di alterazione e cementazione è direttamente proporzionale all'età. In effetti, tutta l'area è caratterizzata da questi depositi, fortemente pedogenizzati e cementati sia da argille illuviali o di neoformazione costituite soprattutto da ossidi di ferro, alluminio e manganese, liberati dall'idrolisi dei silicati in condizioni di riduzione e precipitati irreversibilmente in fase di ossidazione. Infatti, tutti i glaciai più vecchi sono a drenaggio impedito, ossia non vi è alcuna relazione tra la superficie e le acque profonde.

I suoli su questo paesaggio alluvionale presentano un'evoluzione assai spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-Btg-Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. A tratti sono cementati per la presenza di ferro, alluminio e silice in relazione alla maggiore o minore età del suolo stesso. Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano rilevanti problemi di drenaggio, che rappresentano una delle principali limitazioni all'uso agricolo.

Sono suoli profondi, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa. Le limitazioni sono relative all'eccesso di scheletro e al drenaggio assai lento. Sono compresi nelle classi di capacità d'uso III e IV.

Gli affioramenti andesitici sono caratterizzati da forme collinari, sulle quali i suoli formano tipici profili A-Bw-C, A-C e A-Bk-C, spesso con caratteri vertici e talora con orizzonti di accumulo di carbonati. La fertilità generale è sempre elevata, con qualche limitazione dovuta alla tessitura e alla permeabilità. La loro suscettività è prevalentemente agricola, con alta idoneità per le colture irrigue intensive, sia erbacee sia arboree.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

I suoli predominanti su questo substrato sono Inceptisuoli e subordinatamente Vertisuoli. Sono da profondi a mediamente profondi, con tessitura da argilloso-sabbiosa ad argillosa. Le limitazioni d'uso concernono la tessitura fine, il drenaggio lento e, a tratti, l'eccesso di carbonati. Per maggiori dettagli sui caratteri pedologici dell'area di studio, si rimanda al paragrafo D.3.2.6.3.

D.3.2.5 Uso e Capacità d'uso del suolo

Come si nota in Figura 8, l'area di progetto ricade ampiamente in una zona il cui suolo è utilizzato per "*insediamenti industriali*".

La classificazione di un suolo sulla base della sua Capacità d'uso fornisce una valutazione dei limiti alle utilizzazioni ai fini agricoli e forestali in base a specifici criteri pedologici e ambientali. L'area di progetto, ricadendo completamente all'interno del perimetro del Complesso industriale Sarlux, risulta escluso da questo tipo di classificazione dei suoli (Figura 9).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

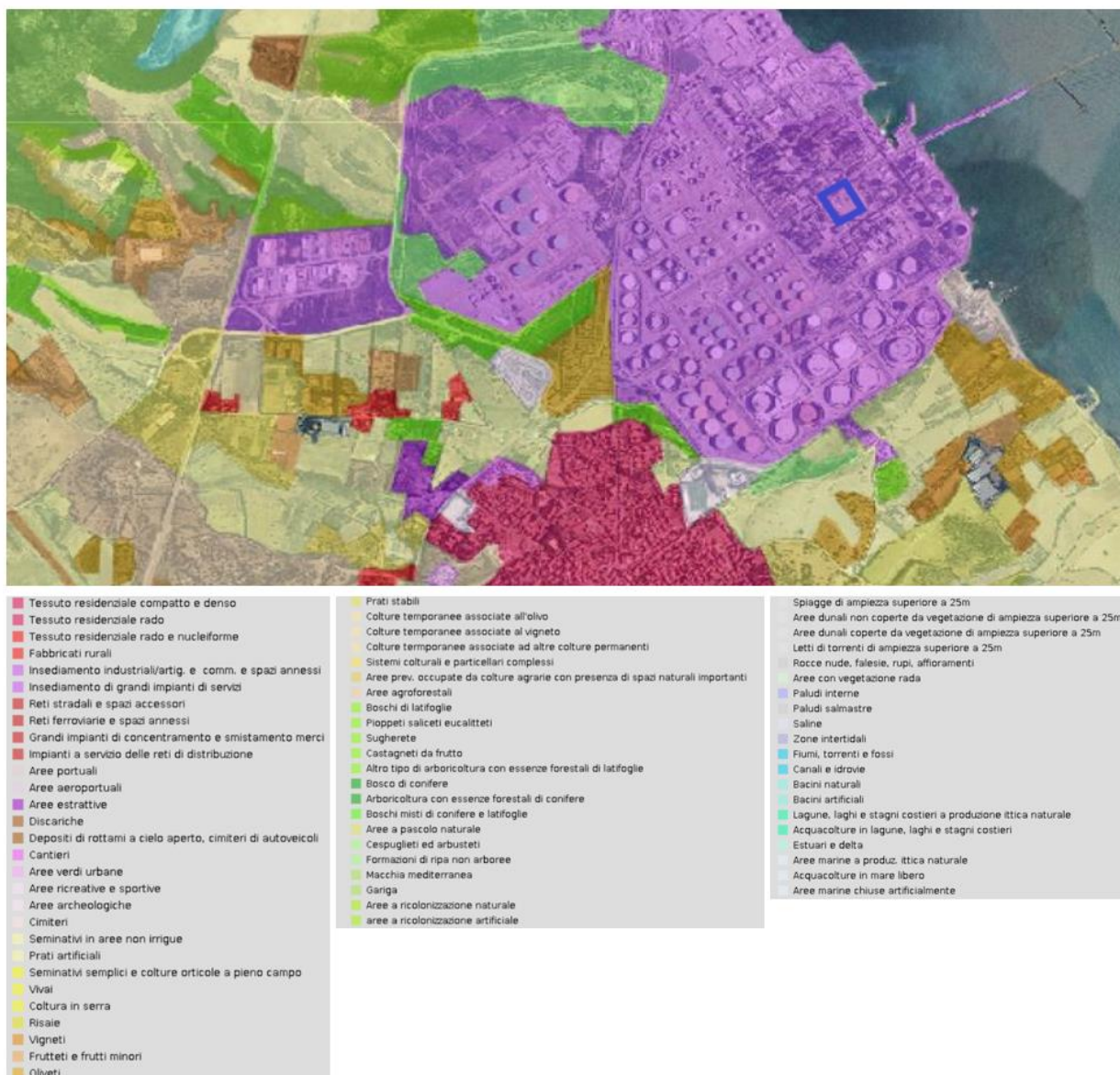
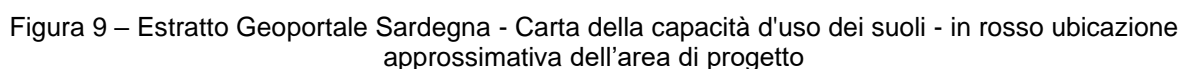


Figura 8 – Estratto da Geoportale Sardegna - Carta uso del suolo 2008 – in blu ubicazione approssimativa dell'area di progetto

Studio di Impatto Ambientale

Quadro di riferimento ambientale



D.3.2.6.1 Tettonica

Le unità tettoniche della Sardegna centro-meridionale, “impilate” durante le fasi collisionali e di ispessimento crostale dell’orogenesi ercinica, durante il Carbonifero Superiore ed il Permiano, sono state interessate da un’importante tettonica distensiva post-collisionale (Malavieille, 1993) con conseguente assottigliamento della crosta ed esumazione delle rocce metamorfiche. Questa fase estensionale è testimoniata da:

- sviluppo nel basamento paleozoico di strutture indicanti sia un raccorciamento verticale sia un'estensione orizzontale a tutte le scale. Ciò si manifesta con faglie normali a basso angolo, superfici di clivaggio localmente penetrative (*extensional crenulation cleavage*), pieghe con piani assiali sub-orizzontali e faglie normali ad alto angolo che intersecano le strutture precedenti;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- sviluppo di alti strutturali bordati da zone di taglio dirette, faglie normali a basso angolo che determinano l'affioramento delle unità tettoniche più profonde dell'edificio a falde;
- messa in posto del batolite granitico e del relativo corteo filoniano, oltre che dei prodotti effusivi in parte ad essi coevi;
- concomitante sviluppo di bacini molassici intracontinentali permo-carboniferi sul basamento paleozoico eroso e tettonicamente denudato.

I principali lineamenti sono caratterizzati da un sistema di faglie dirette, talora a componente trascorrente, orientato prevalentemente N-S e NW-SE, subordinatamente E-W e NE-SW, che attraversa la maggior parte delle formazioni geologiche presenti nel Foglio Capoterra. Queste direzioni sono ben figurate dal sistema filoniano permiano, anche se talora assumono direzioni varie probabilmente in relazione a specifici fenomeni di controllo strutturale.

L'orogenesi ercinica ha definito i lineamenti tettonici della zona. Su scala regionale questa orogenesi si è manifestata con un sistema plicativo ad assi variamente orientati (in particolare: NW-SE; N-S; E-W; NE-SW).

Nel Sulcis-Iglesiente l'orogenesi ercinica ha avuto effetti di tipo compressivo, con pieghe serrate o piani assiali variamente inclinati, fino a subverticali. Nella zona in esame, la grande piega anticlinale con asse diretto originariamente N-S ben visibile a S'Arcu de Antoni Zoppu è da imputare con tutta probabilità a questa orogenesi. A tale piega è probabilmente associata una faglia, di cui sembra di poter individuare il piano (sia pure mascherato dall'erosione e dal notevolissimo detrito) nella stessa direzione. Tale faglia, impostatasi dopo l'intrusione del batolite granitico, sembra essere dovuta al fatto di trovarsi in zona di collasso tettonico (lombo estremo della fossa del Campidano).

L'intrusione granitica, avvenuta nelle ultime fasi dell'orogenesi, avrebbe determinato:

- il sollevamento in blocchi dell'anticlinale (P.ta de Su Seinargiu - S'Enna de Balistreri - Sa Grutta Arrubia);
- faglie, fratture e pieghe in genere NW-SE, NE-SW, provocando l'ondulazione dell'allineamento N-S.

Successivamente, la tettonica disgiuntiva avutasi in Sardegna in connessione con l'orogenesi alpina, potrebbe avere ripreso tali vecchie faglie.

L'allineamento del contatto Paleozoico-Quaternario secondo la direzione NE-SW, unitamente alla struttura presentata dalla digitazione di granito contenente la mineralizzazione di molibdenite nella Punta de su Seinargiu, sono da ricollegare a tali eventi tettonici. La tettonica ha avuto quindi un ruolo fondamentale nel controllo delle mineralizzazioni della zona,

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

prevalentemente a carattere filoniano, insediate in fratture aventi direzioni corrispondenti a quelle sopra citate (Caboi *et al.*, 1978).

Lo schema tettonico del Foglio geologico “Capoterra” è visibile in Figura 10.

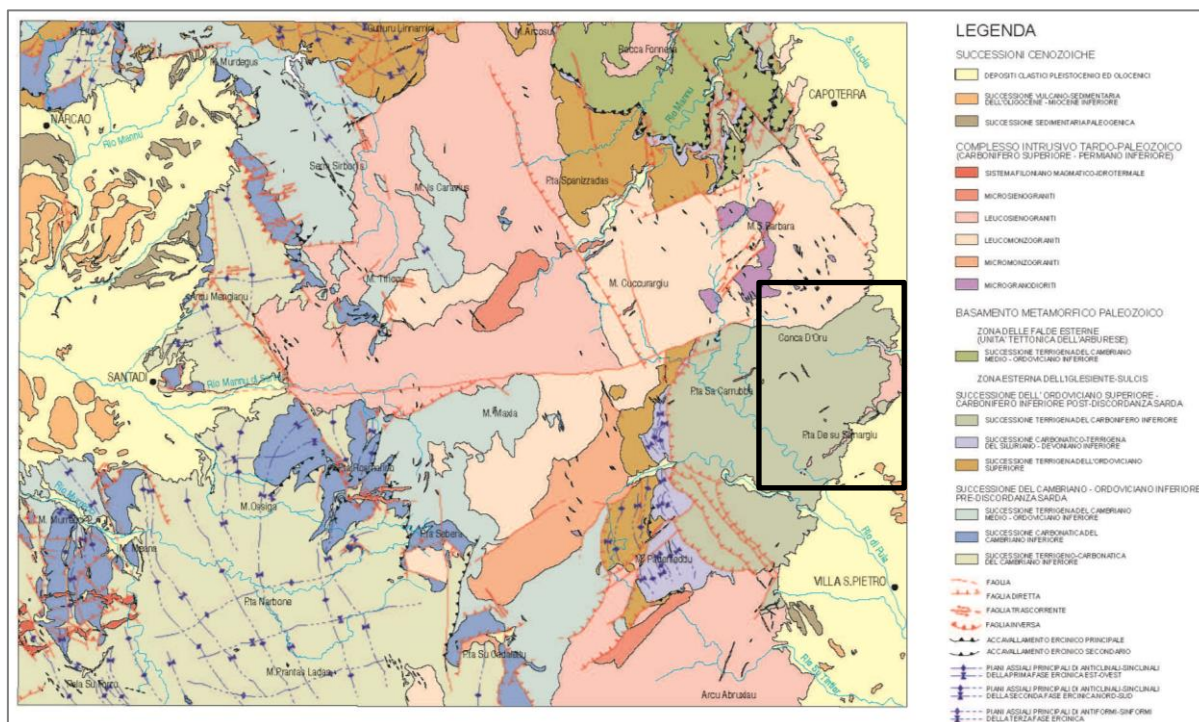


Figura 10 – Schema tettonico del Foglio geologico in scala 1:50.000 n. 565 “Capoterra” (il rettangolo evidenzia i rilievi affioranti a ovest e nord-ovest dello stabilimento Sarlux)

D.3.2.6.2 Sismicità dell'area

La bassa sismicità della Sardegna è nota, in virtù della generale stabilità del blocco sardo-corso negli ultimi 7 m.a.. L'attività tettonica viene pertanto considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene) se non quelle dovute a fenomeni di subsidenza.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web “DBMI04”, per l'Isola non sono segnalati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).

Degno di attenzione è sicuramente anche il terremoto avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 9 novembre 2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri episodi, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 de ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

D.3.2.6.3 Classificazione sismica dell'area di progetto

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*» entrata in vigore dal 25.10.2005, in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006.

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (ag_{475}), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

La classificazione sismica del territorio nazionale è rappresentata in Figura 11.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di ag_{475} con una tolleranza 0,025g (Figura 12): a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag), che deve essere considerato in sede di progettazione.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

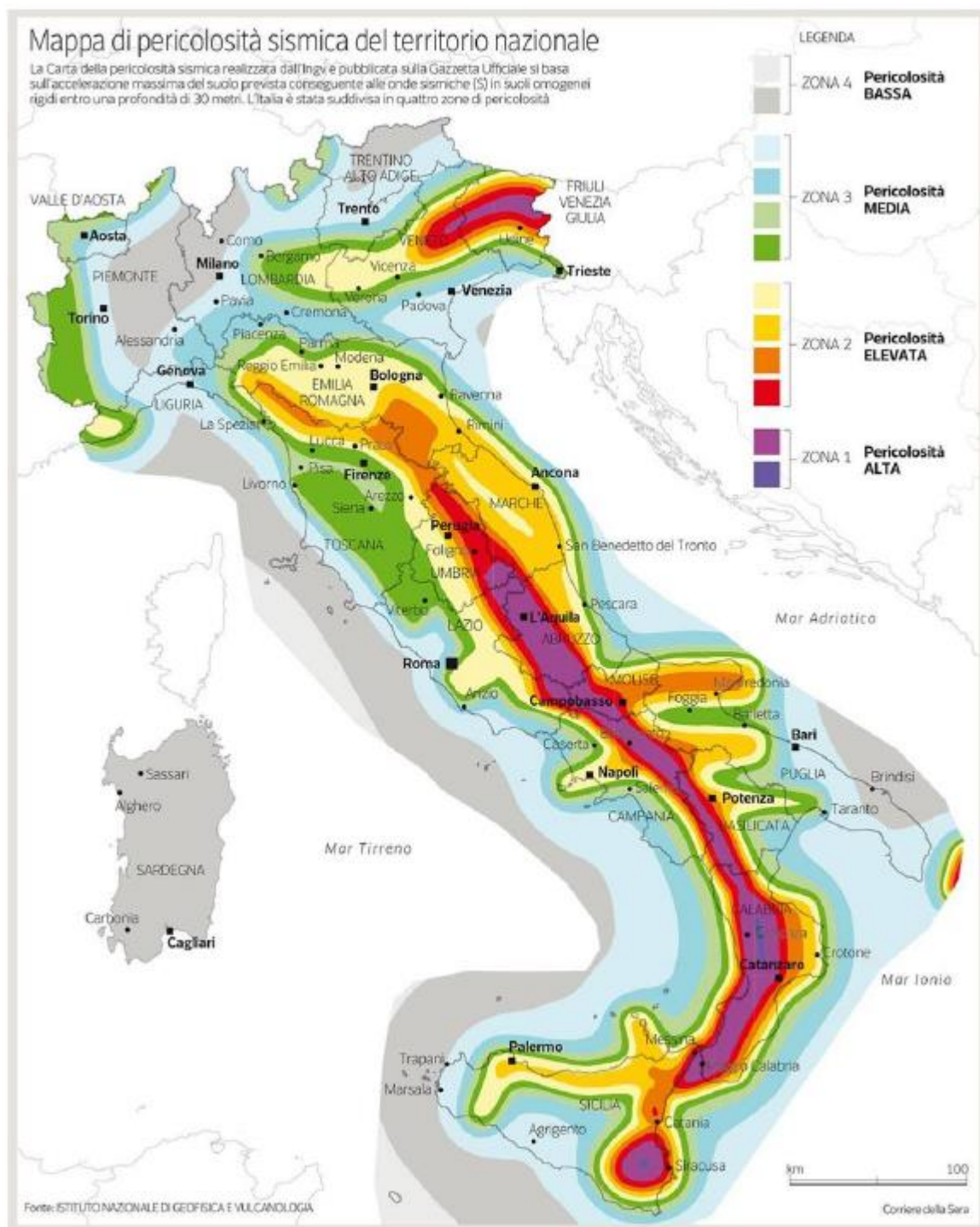


Figura 11 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale [Fonte INGV, 2018]

Studio di Impatto Ambientale

Quadro di riferimento ambientale

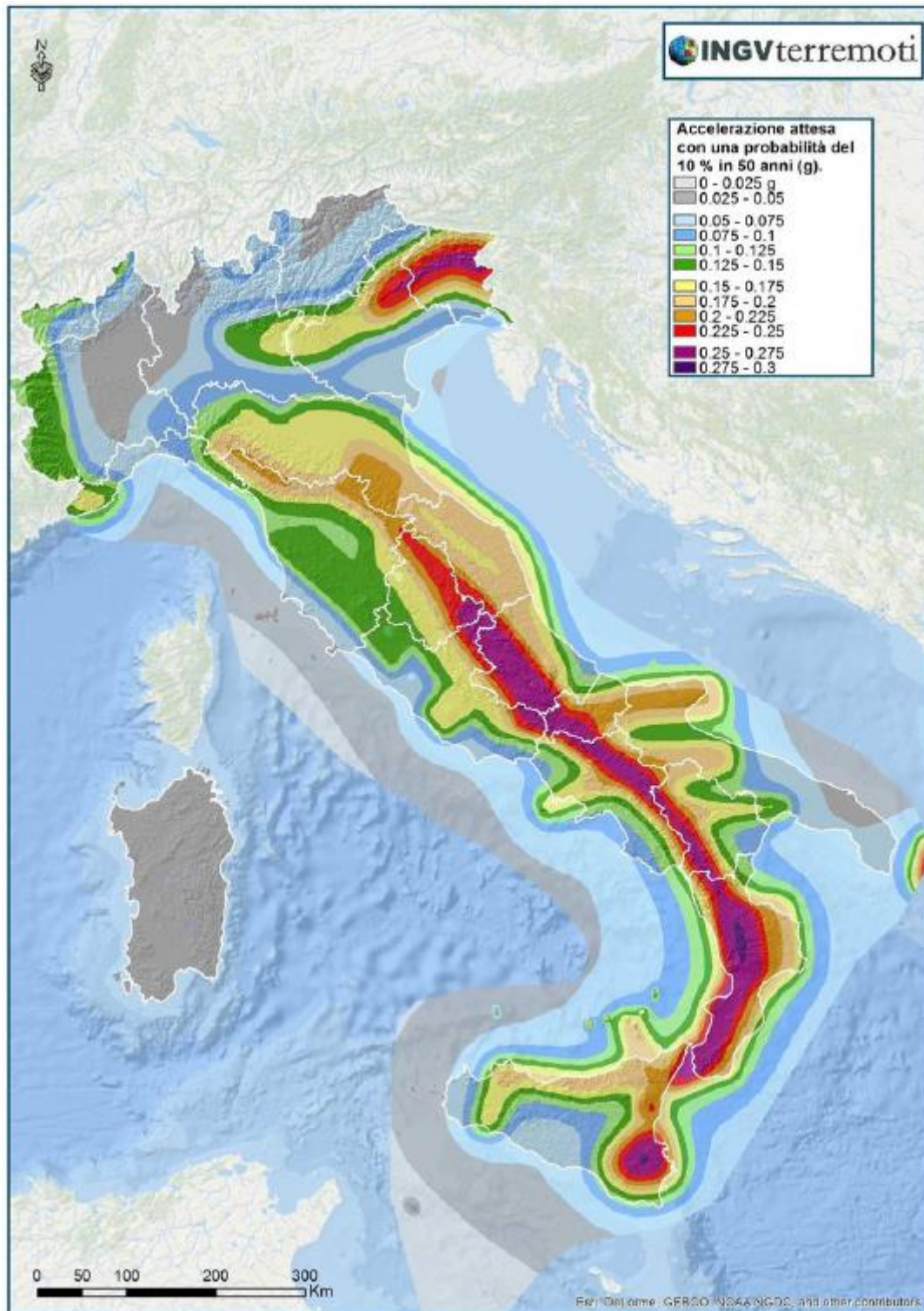


Figura 12 – Mappa dell'accelerazione attesa con probabilità del 10% in 50 anni [Fonte INGV, 2018]

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tutto il territorio regionale ricade in Zona 4, contraddistinto da «*pericolosità sismica BASSA*» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di $0,025 \div 0,05 g$ da adottare nella progettazione. Pur tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (I_{max}/pon), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione. Dei 375 comuni meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

D.3.2.7 Caratteri geologici e geotecnici di dettaglio

D.3.2.7.1 Aspetti geomorfologici, geologici e stratigrafici

Sotto il profilo geologico, il sito di progetto è inquadrabile nel distretto vulcanico di Sarroch, esteso entro un'area di lunghezza approssimativa pari a 15 km e larghezza di 6 km con orientamento NW-SE. Il distretto è situato all'estremità sud occidentale della Fossa del Campidano, in corrispondenza di un basso strutturale limitato a ovest dei rilievi cristallini ercinici e dai terreni paleozoici ad est dal Golfo di Cagliari.

L'analisi stratigrafica dell'area mostra le seguenti unità litostratigrafiche (dalle più antiche alle più recenti):

- 1) metarenarie quarzose della *Formazione di Pala Manna* (Ordoviciano-Siluriano), localizzate a W e NW dell'area di progetto e formanti la testata dello spartiacque superficiale del bacino idrografico. Questa litologia si presenta localmente densamente fratturata, con associato disfacimento meccanico che si sviluppa lungo gli assi delle principali direzioni di frattura tettonica primaria orientate NW-SE e E-W;
- 2) complesso Vulcanico (Oligo-Miocene), rappresentato nell'area da lave a chimismo andesitico e dacitico. Tale complesso costituisce il basamento portante dell'intero bacino idrogeologico di Sarroch ed emerge in maniera asimmetrica sia a nord sia a sud del bacino, costituendo uno spartiacque sia superficiale sia sotterraneo;

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- 3) depositi continentali clastici del Quaternario, costituiti da depositi poligenici ed eterometrici, caratterizzati da complesse interdigitazioni e anisotropie, poggianti in discordanza angolare sia sulle rocce vulcaniche oligo-mioceniche sia sulle rocce metamorfiche del Paleozoico. La fonte primaria di tali depositi è il disfacimento dei rilievi paleozoici e del basamento vulcanico.

Questi depositi quaternari sono stati suddivisi nelle seguenti unità:

- a) deposito pedemontano pleistocenico, formante un “glacis”, costituito da uno scheletro di clasti spigolosi, con scarso o nullo grado di arrotondamento, in matrice argillosa fortemente ossidata e diffusamente concrezionata con ossidi e idrossidi di ferro e manganese. La potenza di questo deposito varia da pochi decimetri a qualche decina di metri. Gli spessori decametrici sono visibili nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente il confine occidentale dello stabilimento Sarlux, a est della strada “*Perimetrale Consortile*” (Figura 13);
- b) depositi delle alluvioni antiche terrazzate (*Subsistema di Portoscuso*), costituito da ciottoli poligenici di rocce metamorfiche e vulcaniche, di dimensione pluricentriche, arrotondati, immersi in matrice limo-argillosa-sabbiosa con screziature vari colori e noduli di ferro e manganese; si presenta con una struttura compatta a volte debolmente cementata;
- c) depositi costieri recenti, costituiti da depositi continentali rimaneggiati ad opera dei corsi d’acqua, presentano granulometria variabile sabbioso-ghiaioso-ciottolosa con scarsa e sporadica presenza di materiale fine. Questi depositi clastici sono distribuiti lungo tutta la fascia costiera a partire dalla linea di battigia fino ad alcune centinaia di metri verso l’entroterra;
- c) depositi alluvionali sabbiosi-ciottolosi recenti e sedimenti palustri fini limoso-argillosi, si presentano misti a frammenti organici algali e organogeni di gasteropodi di ambiente salmastro e frustoli legnosi; l’insieme di queste caratteristiche indicano un ambiente di formazione transizionale quale un paleostagno o laguna di retrospiaggia, dovuto al continuo rimaneggiamento sia dei depositi continentali che marini da parte del moto ondoso. Questi depositi sono distribuiti in modo discontinuo lungo la fascia costiera, con potenze che variano da 0,5 a quasi 10 metri.

I depositi alluvionali, situati a nord dell’affioramento andesitico localizzato nei dintorni del complesso nuragico Antigori, sito a circa 2 km a nord-ovest dell’area di progetto, presentano potenze variabili tra i 40 e i 50 m e sono composti da ghiaie con elementi eterometrici

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

arrotondati, di dimensioni centimetriche e pluridecimetriche, di natura prevalentemente granitica, scistosa e quarzitica, in matrice sabbiosa, da grossolana a fine, con contenuto variabile di materiale argilloso-limoso. Tali depositi qui poggiano direttamente sul basamento cristallino granitico che può presentare nella parte alta fenomeni di “arenizzazione”.

I depositi alluvionali, situati a sud dell'affioramento andesitico e nell'area di studio, hanno una potenza di alcune decine di metri e ricoprono quasi totalmente le vulcaniti oligo-mioceniche, costituite da andesiti, andesiti basaltiche e formazioni piroclastiche a conglomerati di varie dimensioni.

Il contatto tra i depositi alluvionali e le vulcaniti andesitiche è ben visibile nel taglio stradale della strada perimetrale a nord dello stabilimento Sarlux, dove la parte più superficiale della vulcanite presenta un elevato grado di alterazione per argillificazione e pertanto presenta dei solchi di ruscellamento concentrato tipo “calanchi” (Figura 14-Figura 15).



Figura 13 – Depositi alluvionali di “glacis” nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a ovest dell'area Impianti SUD

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 14 – Cappellaccio di alterazione delle vulcaniti andesitiche a contatto con i sovrastanti depositi alluvionali quaternari, nel taglio stradale della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a nord dell'area Impianti SUD



Figura 15 – Contatto tra i depositi alluvionali quaternari e le andesiti (argillificate e con solchi di erosione tipo calanchi) della strada che costeggia esternamente lo stabilimento Sarlux, a nord dell'area Impianti SUD

Con riferimento alla morfologia dell'area, i preesistenti corsi d'acqua interni alle pertinenze dello stabilimento sono stati rettificati in funzione della nuova conformazione morfologica. Nello specifico, i sistemi di deflusso incanalato che originariamente attraversavano l'area di progetto non sono più presenti (Figura 16-Figura 17). Ciò è visibile anche da un esame comparato delle

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

foto aeree storiche disponibili, tra il 1954/55 e il 2019. Dalla comparazione delle foto aeree è anche chiaramente distinguibile lo spostamento verso mare della linea di costa per l'aumento dell'estensione dello stabilimento Sarlux (Figura 18).

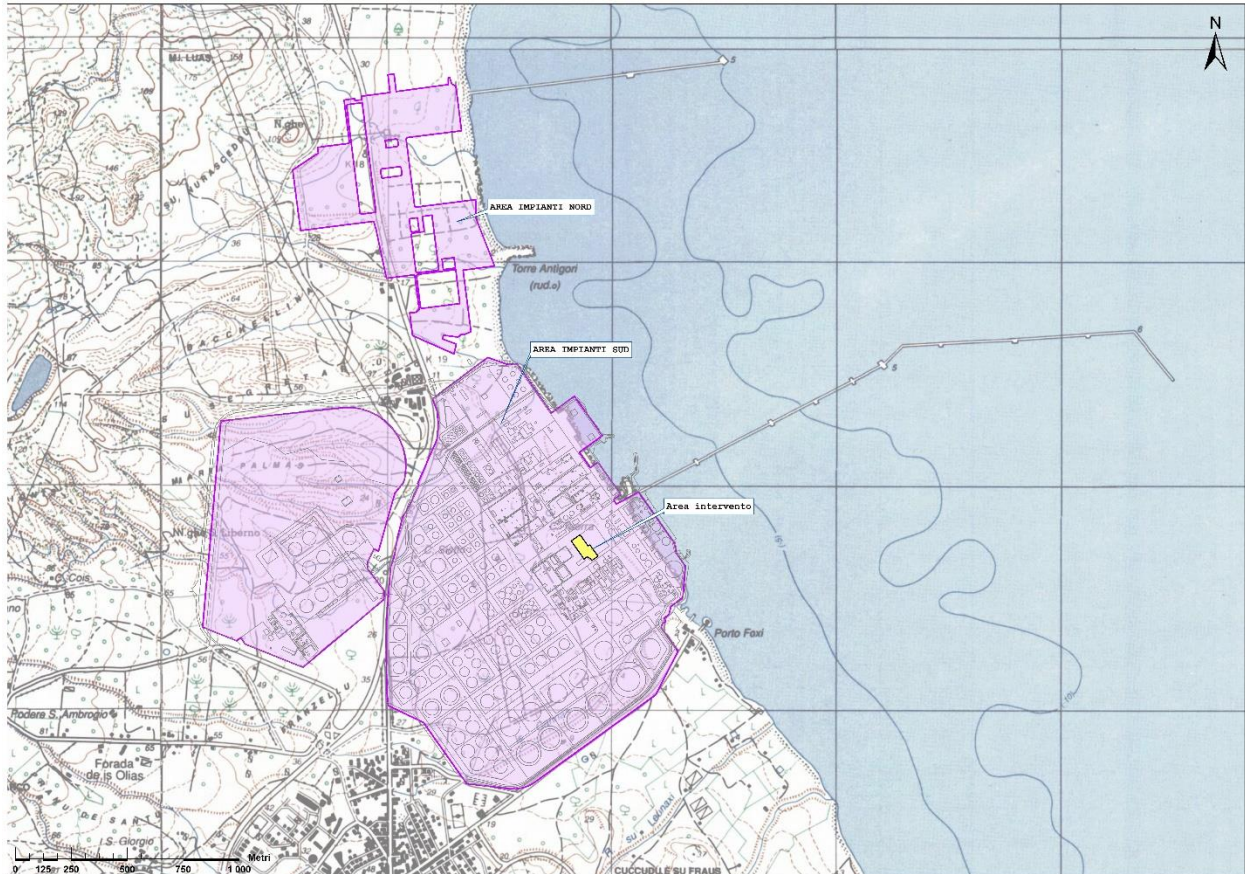


Figura 16 – Area dello stabilimento Sarlux e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

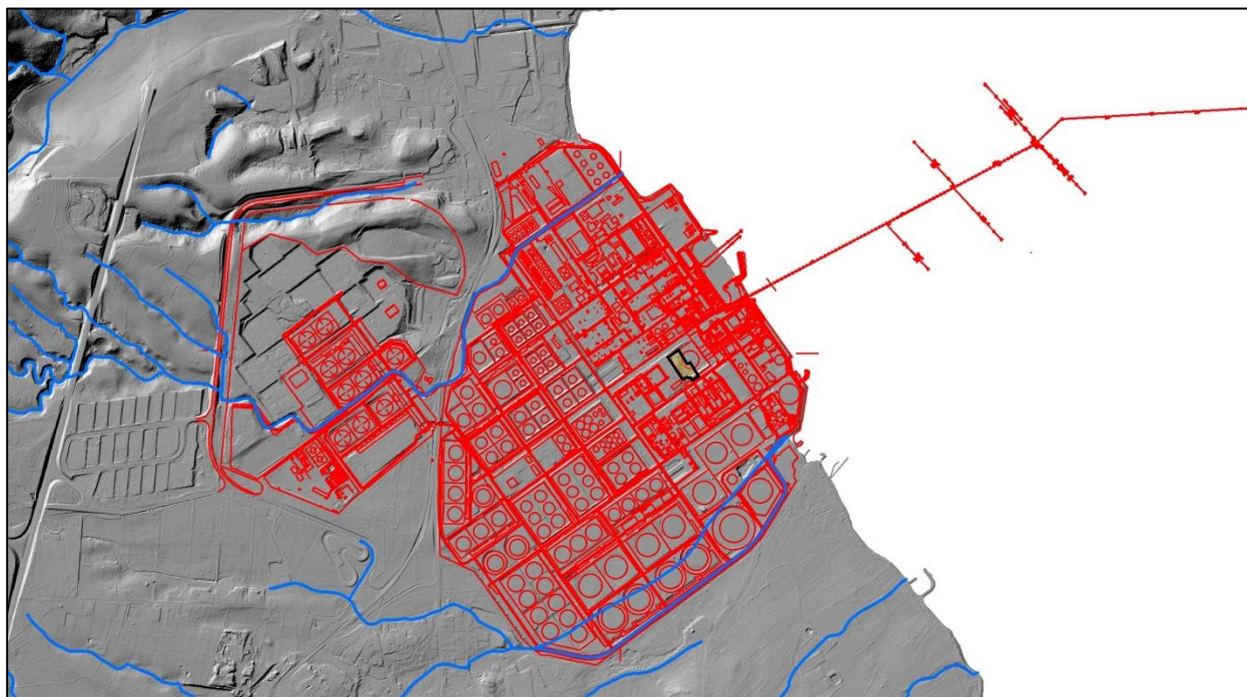


Figura 17 – Area dello stabilimento Sarlux-Impianti SUD e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)
- corsi d'acqua attuali su modello ombreggiato del terreno con passo 1 m

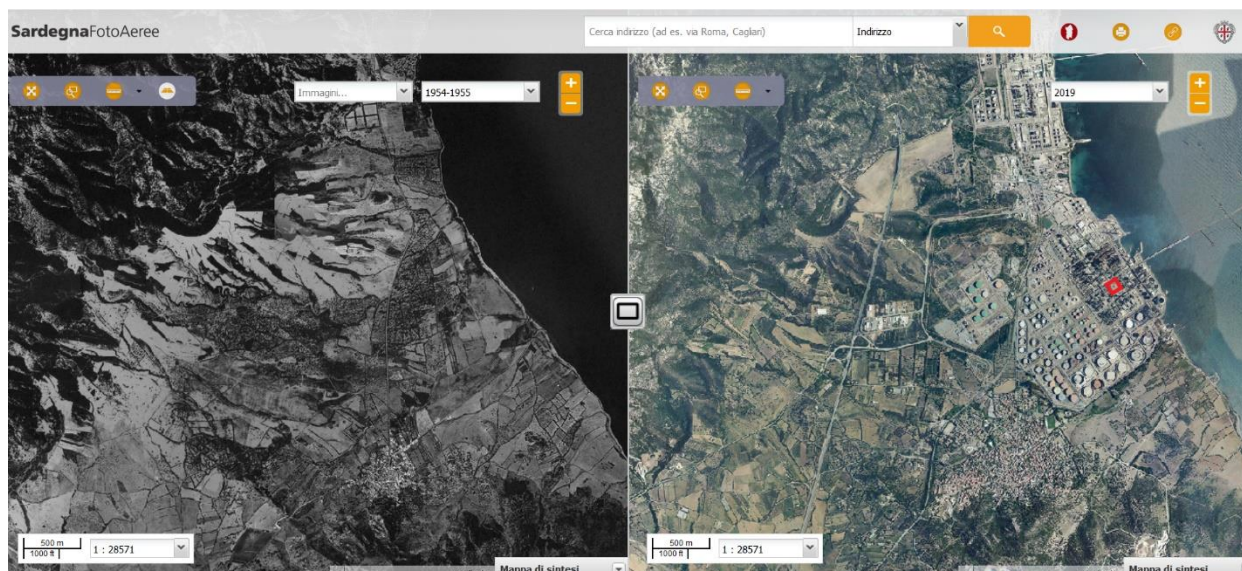


Figura 18 – Area dello stabilimento Sarlux-Impianti SUD. Confronto delle foto aeree del 1954/55 (a sinistra) e del 2019 (a destra) (fonte: Sito web SardegnaFotoAeree). Nella foto a destra in rosso è indicata approssimativamente l'area di progetto

D.3.2.7.2 Caratteristiche pedologiche

Le informazioni che seguono sono basate sullo studio pedologico facente parte del piano di caratterizzazione dello stabilimento Sarlux.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

La costruzione del sito industriale Sarlux ha comportato una modificazione morfologica consistente del territorio, con scavi e riporti che vanno da pochi centimetri a svariati metri.

I suoli dell'area dello stabilimento Sarlux possono essere suddivisi due categorie:

- 1) i suoli sul materiale di riporto;
- 2) i suoli sui glacis.

I **suoli sui materiali di riporto** sono assai eterogenei e formati per lo più da materiale incoerente; altri sono dei materiali prelevati da suoli esistenti che conservano la struttura e le caratteristiche originali. Sono, infatti, prodotti derivati da orizzonti A con struttura poliedrica sub-angolare, con porosità elevata e drenaggio normale. In altri casi, si tratta di materiali di cava o di orizzonti C di varia natura, caratterizzati da una permeabilità elevata per quelli più ghiaiosi e bassa per i materiali che provengono o da orizzonti Bt formatisi sui vecchi glacis, o orizzonti Cd e i conglomerati delle andesiti. Gli orizzonti Bt, pur presentando una struttura poliedrica angolare originaria o suddivisa in aggregati anche molto piccoli, sono caratterizzati da scarsa permeabilità. Con il tempo, questi si ricompatteranno in una struttura massiva a drenaggio impedito. Gli orizzonti C provenienti dai conglomerati, essendo costituiti in parte da argille espandibili, conserveranno una bassa permeabilità.

I **suoli formatisi sui glacis** sono caratterizzati dalla presenza di un Orizzonte Bt o Btg seguito da un Orizzonte C o Cg. La tessitura dell'orizzonte Bt è argillosa o argillo-sabbiosa, la struttura è massiva o prismatica grossolana. La porosità è quasi completamente obliterata dall'argilla illuviale. Elevata è quasi sempre la percentuale di screziature, talvolta associata alla presenza di concrezioni ferro-manganesifere, che conferiscono al suolo una elevata cementazione ed una impermeabilità totale o quasi. Questo aspetto assume un'importanza fondamentale, in quanto venendo a mancare una permeabilità verticale, i pochi flussi idrici superficiali si muovono in senso orizzontale. Secondo la Soil Taxonomy, questi suoli potrebbero appartenere agli ordini degli Alfisuoli o Ultisuoli, rispettivamente ai grandi gruppi *Palexalfs* o *Palexerults*. L'esatta classificazione nei sistemi tassonomici può essere eseguita solo attraverso analisi specifiche.

I suoli che derivano dai conglomerati sono molto alterati con profili del tipo A-C e talvolta A-B2t-C o A-Bw-C. La forma più evoluta è quella dei profili del tipo A-Bt-C con evidenti argille illuviali e screziature. Una parte delle argille potrebbe appartenere ancora a quelle con reticolo espandibile.

Gli altri profili sono nettamente meno evoluti e potrebbero essere delle forme di ringiovanimento, sino all'affioramento in superficie del substrato pedogenetico (profilo A-C). In quest'ultimo caso le argille dominanti sono perlopiù appartenenti al gruppo delle montmorilloniti.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Queste si formano prevalentemente su substrati ricchi in basi e in ambienti caratterizzati da un'alternanza di climi umidi e secchi, una o più volte all'anno. Tali suoli presentano delle ampie fessure nei periodi secchi, che scompaiono durante i periodi piovosi. Al momento del rigonfiamento delle argille, scompare quasi la porosità e il drenaggio è molto limitato.

Sbancamenti e riporti durante i lavori di impianto hanno spesso modificato il profilo originario.

Sotto l'aspetto taxonomico i suoli appartengono a più ordini:

- Alfisuoli con profilo A-B2t-C;
- Inceptsuoli con profilo A-Bw-C;
- Entisuoli con profilo A-C;
- Vertisuoli con profilo A-C.

Il carattere vertico è comune a tutti i sottogruppi di ciascun ordine (*vertic Palexeralf*, *vertic Xerochrepts*, *vertic Xerothents*).

I suoli sulle andesiti hanno tutti caratteri vertici e la forma più evoluta è data dai Vertisuoli. Essi hanno un'elevata percentuale di argilla, nella quale è predominante il gruppo delle montmorilloniti. Presentano delle spaccature allo stato secco, e degli specchi di slittamento (*slickensides*) nelle facce degli aggregati. La porosità è molto bassa, per cui il drenaggio è molto lento allo stato umido.

Il substrato litoide è dato da andesiti parzialmente alterate nella parte più superficiale. La fratturazione è modesta, e non molto diffusa. Le fratture più antiche sono spesso ricche in ossidi di ferro e manganese con piccole formazioni di argilla che diminuiscono fortemente la circolazione dell'acqua.

Nello specifico, il suolo dell'area su cui verrà realizzato l'impianto è attualmente caratterizzato da una profonda alterazione dell'originaria conformazione dei terreni e delle relative caratteristiche di copertura pedogenetica in quanto, nell'ambito delle pregresse attività di bonifica e di messa in sicurezza di emergenza (si rimanda alle considerazioni del Paragrafo D.3.2.8), i suoli originari dell'area dell'ex serbatoio ST-1 sono stati asportati fino al raggiungimento in alcuni punti del substrato andesitico roccioso.

D.3.2.7.3 Aspetti geotecnici

In corrispondenza dell'area di sedime dell'area di progetto, a maggio 2022 sono state svolte delle indagini geognostiche e geotecniche. Per lo svolgimento di tali indagini sono stati considerati anche i dati ottenuti durante precedenti campagna di indagini condotte sull'area o in

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

aree di raffineria immediatamente adiacenti, ciò ha consentito una precisa ricostruzione geologica, stratigrafica e geotecnica.

Durante l'indagine sono stati eseguiti tre sondaggio (SG1, SG2, SG3) spinti a profondità variabile tra 10 e 20,50 metri, integrati da prove SPT e prove di laboratorio.

Nel sito in esame la successione stratigrafica è risultata caratterizzata dal substrato lapideo quasi affiorante, substrato localmente obliterato da una coltre di terreno di riporto.

Partendo dal p.c. localmente si è riscontrato un livello di terreno di riporto di 1,5-2 metri, sovrastante una coltre piroclastica superficialmente ossidata e debolmente alterata con grado di fratturazione estremamente variabile; questo livello si estende sino 4,00-5,00 metri di profondità, sfumando in una facies andesitica integra o poco fratturata.

La successione stratigrafica è stata schematizzabile dall'alto verso il basso come segue (le quote sono riferite alle profondità misurate dal p.c.):

1) **terreno di riporto**, fino a 0.50 (max 1.50) m da p.c., costituito da ghiaia con blocchi e matrice sabbioso-argilloso-limosa, moderatamente addensata. Il grado di addensamento è generalmente medio, i valori NSPT variano generalmente tra 10 e 20 colpi/30 cm, quelli a rifiuto o molto alti sono dovuti alla intercettazione di blocchi di grosse dimensioni, si assume cautelativamente un valore NSPT medio = 10 colpi/30 cm. Lo strato può essere considerato essenzialmente attrattivo. Questo livello è assente nel sondaggio SG1.

2) **Coltre superficiale della “vulcanite”** al di sotto del riporto fino a 2.10 (max 2.70) m p.c. Si tratta della coltre superficiale del substrato lapideo, da molto a parzialmente alterata (argillificata) con struttura sempre riconoscibile. Rappresenta la facies della coltre della piroclastite progressivamente meno alterata, la consistenza varia da semilapidea a lapidea. I valori NSPT risultano sempre “a rifiuto”. I parametri geotecnici sono cautelativamente attribuiti, oltre che sulla scorta dell'attuale, anche su precedenti prove di laboratorio eseguite su campioni provenienti da siti adiacenti. Il grado di consistenza è elevato o molto elevato.

3) **Substrato lapideo da totalmente a molto fratturato e localmente parzialmente alterato**, tra 1.5 m e 4.4 m. Presente solo nel sondaggio SG1. Livello di piroclastite da totalmente fratturata a molto fratturata con almeno due famiglie di giunti, rispettivamente da obliqui a molto inclinati e subverticali, debolmente beanti o serrati, locale riempimento argilloso e pareti ossidate, rugose. Questo livello è legato anche alla presenza di fasce tettonicamente disturbate, risulta dunque estremamente discontinuo in senso laterale. Per la facies superficiale molto fratturata, la classe di resistenza del campione intatto varia da media ad elevata.

4) **Substrato lapideo integro o poco fratturato**, da 2.10 (max 4.40) ed oltre: Andesite integra o poco fratturata, la resistenza del campione integro è elevata.

I valori dei parametri geotecnici caratteristici presi in considerazione dallo studio geognostico e geotecnico sono riportati nella tabella di seguito.

Tabella 8 – Parametri geotecnici caratteristici

STRATO	Peso dell'unità di volume γ [kN/m³]	Angolo d'attrito in condizioni drenante ϕ [°]	Coesione drenate C' [kPa]	Coesione non drenante C_u [kPa]	E_{Young} [MPa]
Terreno di riporto	-	-	-	≥ 0	25
Coltre superficiale	20-22	25	38	150-250	30
Substrato lapideo molto fratturato e localmente parzialmente alterato (parametri relativi all'ammasso roccioso)	29	37	40	-	50
Substrato lapideo integro o poco fratturato (parametri relativi all'ammasso roccioso)	23-25	45	150	-	200

L'indagine geotecnica svolta ha anche previsto delle verifiche agli Stati Limite Ultimo (SLU), secondo le NTC 2018 per le fondazioni del nuovo impianto in progetto, in particolare è stata fatta:

- 1) la verifica per carico limite nei terreni di fondazione
- 2) la verifica del collasso per scorrimento sul piano di posa

In fase di indagine è stata esclusa la necessità di verificare anche la stabilità globale in condizioni sismiche e non sismiche in quanto nessuna opera prevista dal progetto è geometricamente ubicata sul bordo di un pendio o lungo un pendio con acclività tale da richiedere tale verifica.

Durante le indagini geotecniche svolte sono state anche condotte delle verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) il cui esito è stato che l'effetto sismico sui cedimenti può essere trascurato e che la natura dei terreni esclude il manifestarsi di addensamenti e sovrappressioni neutre critiche indotti dall'onda sismica.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

In sintesi, le indagini geognostiche e geotecniche condotte sul sedime dell'area di progetto hanno concluso che tale area non mostra problematiche geotecniche in quanto, pianeggiante, non inondabile, caratterizzato da un substrato lapideo subaffiorante o affiorante con buone caratteristiche geomeccaniche, sismicamente in Zona 4 e Categoria di suolo A. Tali indagini hanno anche concluso che per la realizzazione delle strutture di fondazione del nuovo Impianto, in funzione dei carichi trasmessi al terreno, si potrà, per carichi modesti, fondare direttamente sul terreno di riporto o, per carichi elevati o dinamici, operare una parziale bonifica raggiungendo il substrato lapideo mentre per carichi elevati o dinamici i risultati delle indagini suggeriscono di operare sempre la bonifica, eventualmente riportandosi in quota mediante interposizione di calcestruzzo magro.

D.3.2.8 Qualità di suolo e sottosuolo a livello locale

La ricostruzione dell'attuale qualità dei terreni dell'area di progetto scaturisce dall'attuazione da parte di Sarlux di un Piano di caratterizzazione relativo allo stato dei terreni e delle acque di falda soggiacenti, svolto ai sensi della vigente normativa sui siti contaminati.

D.3.2.8.1 Area dello stabilimento Sarlux

Il territorio del Comune di Sarroch, sul quale è situato il sito produttivo Sarlux, in base al DM n. 468 del 18/09/2001 e al DM del 12/03/2003, è stato incluso nel marzo 2004, insieme a quello di altri 33 comuni, nell'area denominata "*Sulcis Iglesiente Guspinese*", identificata come sito di interesse nazionale (SIN) da bonificare.

Per tale ragione, in linea con le disposizioni del DM 25 ottobre 1999, n. 471 (regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati), Sarlux ha presentato alle autorità competenti la proposta per il Piano di caratterizzazione relativo allo stato dei terreni e delle acque di falda soggiacenti il proprio sito. Le attività previste da tale piano di caratterizzazione hanno coinvolto i comparti ambientali di suolo e falda, da un lato caratterizzando i terreni coinvolti e, dall'altra, attivando dei punti di richiamo sull'acquifero per evitare uno spandimento della contaminazione nel fronte mare.

Di seguito si riporta brevemente la cronistoria dell'iter tecnico-amministrativo che ha riguardato le attività di caratterizzazione dell'area dello stabilimento Sarlux:

- marzo 2004: inserimento del Comune di Sarroch nel Sito di bonifica di Interesse Nazionale (SIN) Sulcis-Iglesiente-Guspinese di cui al D.M. n. 468 del 18/09/2001 e al D.M. 12/03/2003

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- aprile 2004: il MATTM approva il piano di caratterizzazione proposto da Sarlux, con una serie di prescrizioni
- marzo 2005: Sarlux trasmette il documento “*Nota preliminare delle attività svolte*” (in data 25 marzo 2005), che riporta la situazione della prima fase di indagini effettuate nell’ambito del “Piano di caratterizzazione”. In base ai dati preliminari, relativi alla prima fase di indagine, si era riscontrata la presenza di una fase liquida non acquosa (NAPL) “surnatante” (idrocarburi), in una zona del sito, nei sondaggi attrezzati a piezometri.
- aprile 2005: Sarlux avvia le attività di recupero di acqua e NAPL per la messa in sicurezza di emergenza (MISE) della falda e comunica al MATTM e agli enti locali di aver avviato un piano di aspirazione delle acque e del surnatante dai piezometri, per la messa in sicurezza di emergenza della falda a seguito dei riscontri analitici acquisiti. Contemporaneamente Sarlux avvia anche la progettazione dei pozzi di emungimento, definendone caratteristiche e ubicazione, per poter effettuare in modo continuativo il prelievo dell’acqua e del surnatante in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dell’acquifero (andamento della piezometrica, gradiente idraulico, permeabilità e bilancio idrico).
- maggio 2005: Sarlux trasmette alle Autorità competenti il documento “*Proposta preliminare per la messa in sicurezza della falda superficiale*”. Nel successivo mese di giugno 2005 trasmette un “*Adeguamento del piano di investigazione*” in relazione alle richieste della Conferenza dei Servizi Decisoria, tenutasi presso il MATTM il 31 maggio 2005.
- 2006: nel corso dell’anno vengono definiti gli interventi per l’adeguamento del “*Piano di investigazione*” e Sarlux trasmette al MATTM la proposta per la “*Messa in sicurezza di emergenza e Operativa della falda*” anche alla luce dell’intervenuta emanazione del D.lgs. 152/06.
- Dicembre 2012: Sarlux trasmette al MATTM i risultati finali della caratterizzazione con nota prot. 798 del 20/12/2012, acquisita dal MATTM al prot. 790 del 04/01/2013. Tali risultati sono stati sinteticamente descritti di seguito, in un paragrafo dedicato.
- Gennaio 2013: Nel corso della Conferenza dei Servizi Istruttoria del 28/01/2013, come ribadito dalla Conferenza dei Servizi Decisoria del 17/04/2013, Il MATTM richiede a Sarlux la predisposizione di una adeguata Analisi di Rischio con il calcolo delle CSR, propedeutica alla realizzazione del progetto di bonifica dei suoli.
- Marzo 2015: In data 30 marzo 2015, presso il MATTM, si tiene la Conferenza di Servizi decisoria che approva le determinazioni della Conferenza dei servizi istruttoria svoltasi in data 16 marzo 2015. Al punto 6 dell’ordine del giorno è discusso il documento “*Analisi di Rischio Assoluta*” trasmessa da Sarlux con Prot. 27/02/2015 del 27/02/2015 e acquisita dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al Prot. n. 3062/STA/DI del

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

27/02/2015. Il documento riporta i risultati dell'integrazione all'Analisi assoluta di rischio ambientale predisposta utilizzando per la matrice suolo i risultati della Caratterizzazione svoltasi tra il 2004 e il 2009, e i dati analitici delle acque relativi alle campagne di monitoraggio del marzo e giugno del 2013. A seguito della discussione, la Conferenza di Servizi decisoria delibera di approvare l'analisi di rischio e di richiedere la presentazione di un progetto di bonifica della matrice suolo che tenga conto degli obiettivi di bonifica calcolati.

- 2016: Sarlux presenta alle autorità competenti il progetto di bonifica della matrice suolo. La conferenza dei servizi svoltasi nel mese di ottobre 2016 ha ritenuto il progetto presentato da Sarlux approvabile.
- 2017 – 2018: Su valutazione della Regione Sardegna (ottobre 2017), richiesta dal Ministero Ambiente (febbraio 2017), Sarlux ha presentato nel marzo 2018 lo studio per la Procedura di verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del D.lgs. 152/2006 e della DGR 45/24 del 27/09/2017 per il progetto di messa in sicurezza operativa e bonifica dei suoli. Con deliberazione n. 38/37 del 24/07/2018 la Regione Sardegna ha deliberato di non sottoporre a procedura di VIA l'intervento denominato "*Messa in sicurezza operativa e bonifica dei suoli dello stabilimento*".
- 2019: Il progetto di bonifica della matrice suolo è definitivamente approvato con decreto direttoriale del Ministero Ambiente del 29/04/2019 prot. 108.

Risultati della caratterizzazione

Le attività di perforazione dei sondaggi e dei piezometri, previste dal Piano di Caratterizzazione dei terreni, sono state concluse nel giugno 2009. Si riporta di seguito la sintesi delle perforazioni previste e eseguite:

Punti di sondaggio e campionamento previsti	879
di cui sondaggi per sola indagine suolo	791
di cui piezometri per indagine suolo e falda	88
Perforazioni realizzate	882
di cui sondaggi per sola indagine suoli	740
di cui piezometri per indagine suolo e falda	139
di cui piezometri per indagine solo falda	2
di cui piezometri per indagine solo falda profonda	1

il Piano ha previsto n. 879 punti di campionamento e l'analisi chimica su 3.428 campioni di terreno, per un valore medio di 4 campioni di terreno in ciascun punto di indagine.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti analisi:

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- su 2.740 campioni le analisi complete corrispondenti a 42 parametri, tra i quali elementi inorganici nell'eluato, nel suolo secco e i parametri organici;
- su 688 campioni, prelevati in base alle risultanze dello screening in campo con strumentazione PID (*Photoionization detector*) e/o evidenze di inquinamento, sono state eseguite le analisi dei soli parametri organici.

Per la valutazione dello stato di contaminazione dei suoli si è proceduto al confronto delle risultanze delle analisi chimiche con la Concentrazione Limite Accettabile (CLA) di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 1 al DM 471/99, oggi confluito nel D.lgs. 152/2006. Si sottolinea che, in ragione delle intervenute variazioni normative, nel seguito ogni richiamo alle CLA deve intendersi riferito alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1 colonna B (siti a uso industriale) e Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale).

Complessivamente, sono state comparate con le concentrazioni limite di riferimento definite dalla normativa, 80.262 determinazioni relative a 2.646 campioni di terreno. La valutazione dei risultati analitici ha condotto ad individuare i valori di concentrazione superiori ai valori limite accettabili, indicati come "superamenti", ed i valori di concentrazione superiori di dieci volte gli stessi limiti, indicati come "hot spot".

I valori di concentrazione con superamenti hanno riguardato 129 su 879 sondaggi realizzati (punti in cui si è verificato almeno un superamento), mentre i valori con "hot spot" sono relativi a 18 su 879 sondaggi realizzati (punti in cui si è verificato almeno un "hot spot"), con una percentuale di sondaggi rispettivamente del 15% e del 2%.

In Figura 19 si riporta una rappresentazione planimetrica dei punti oggetto di indagine e dei relativi superamenti delle soglie di legge.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

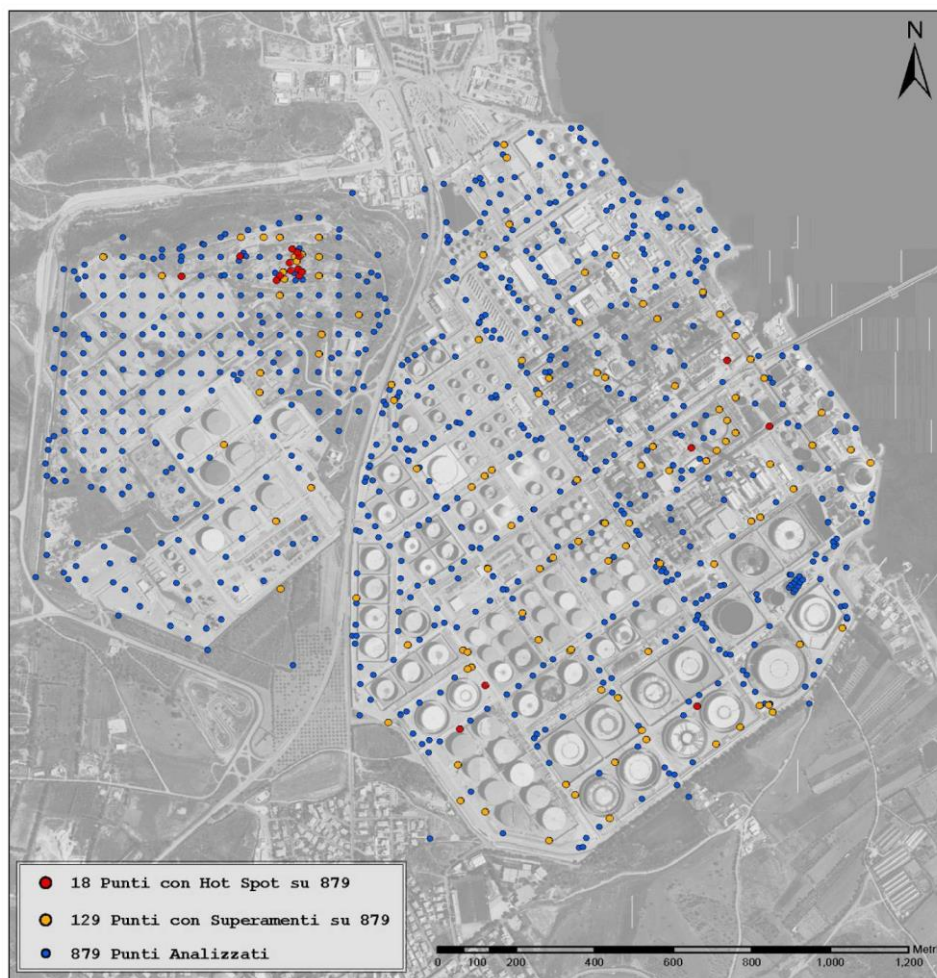


Figura 19 – Punti oggetto di indagine ambientale presso lo stabilimento Sarlux – Impianti SUD: punti con "superamenti" (in giallo), punti con "hot spot" (in rosso) (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012)

I risultati della caratterizzazione sono illustrati brevemente di seguito:

- Nello strato superficiale del terreno (topsoil) non si è riscontrata contaminazione dovuta a PCB, diossine, componenti organici volatili (COV) e idrocarburi leggeri, è inoltre esclusa la presenza di fibre di amianto.
- La contaminazione dei terreni risulta contenuta e riguarda prevalentemente gli Idrocarburi pesanti ($C>12$). Sono stati rilevati 106 superamenti della CLA, di cui 21 hotspot. I superamenti sono stati localmente riscontrati soprattutto in prossimità dell'area del "Parco serbatoi Ovest" mentre all'interno dello Stabilimento la distribuzione è risultata piuttosto omogenea. La quasi totalità dell'inquinamento è stata riscontrata in corrispondenza dei primi tre metri di sondaggio. I parametri che hanno presentato una frequenza di "superamenti" e "hot spot" superiore alla media sono stati: Idrocarburi pesanti ($C>12$), Vanadio e Zinco. Altri contaminanti come Piombo, Rame, Cobalto, Cadmio, Nichel, Cromo totale, Crisene, Benzo(a)antracene, sommatoria IPA, si contraddistinguono per una presenza di

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

“superamenti” più contenuta. Per tali contaminanti la presenza “hot spot” è circoscritta al solo Rame, mentre per i rimanenti parametri analizzati non sono stati riscontrati superamenti dei valori limite.

- Si rileva la presenza di NAPL nella zona a ridosso delle aree dei serbatoi a monte idrogeologico della strada.
- L'inquinamento della falda superficiale riguarda prevalentemente la zona in corrispondenza del monte idrogeologico della “*strada I*”, che risulta essere a tutti gli effetti una linea di demarcazione tra una situazione di contaminazione ed una situazione di contaminazione più limitata nella rimanente porzione del sito (compresa tra la strada II e la linea di costa). I contaminanti che hanno presentato una frequenza di “superamenti” e “hot spot” superiore alla media sono stati: Manganese, MTBE, Ferro, Idrocarburi totali, Benzene, Fenolo, Solfati e Toluene. Altri contaminanti come p-Xilene, Etilbenzene, o,m,p- Metilfenolo, Benzo(a)pirene, Nichel, Benzo(g,h,i)perilene, Zinco, Benzo(a)antracene, Somma IPA, Piombo, Cadmio, Cobalto, hanno dato luogo ad una presenza di “superamenti” più contenuta. La distribuzione dell'inquinamento nella falda dei composti organici è in stretta correlazione con la presenza di surnatante sulla falda.

La maggior parte dei sondaggi con un numero di superamenti oltre la media (3 superamenti/sondaggio) è ubicata in prossimità dell'area della bonifica del “Parco Serbatoi” e nelle aree di stoccaggio.

In particolare, relativamente alla contaminazione dei suoli da idrocarburi pesanti, la mappa della Distribuzione di idrocarburi pesanti sui diversi livelli di profondità (Figura 20), indica come i superamenti siano stati rilevati principalmente in corrispondenza delle seguenti zone:

- area della bonifica all'interno del Parco Serbatoi Ovest;
- area bonificata dell'ex serbatoio ST-1;
- area nuovo impianto biologico ex area marina (area N);
- area impianti (area P);
- area dello stoccaggio dei grezzi e degli oli combustibili (aree F e G).

Il progetto verrà realizzato nell'area denominata “Area ex serbatoio ST-1”, di cui occuperà circa 6.080 m².

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

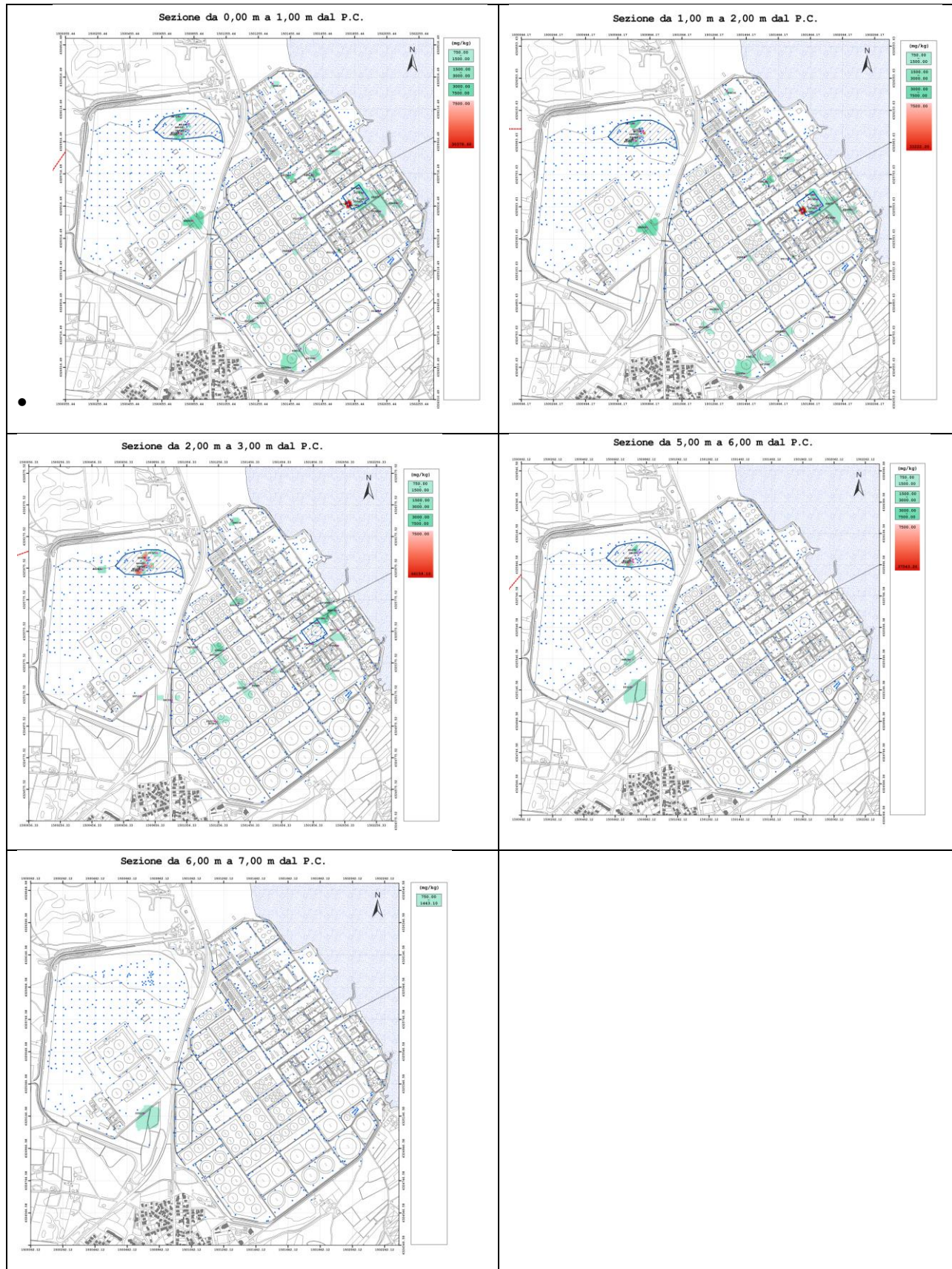


Figura 20 – Rappresentazione dello stato di contaminazione dei terreni: parametro Idr C>12

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.2.8.2 Area di progetto

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto in progetto è una ex area della raffineria Sarlux, in particolare ricadrà nell'area denominata "Area ex serbatoio ST-1", dove precedentemente era presente il Bacino di Contenimento del serbatoio ST-1, ora completamente smantellato.

Come già anticipato, durante le attività di caratterizzazione del sito Sarlux, in tale area sono stati riscontrati superamenti delle CSC per i terreni, a carico del parametro Idrocarburi Pesanti (C>12).

La bonifica degli hot spot rilevati in tale area hanno avuto inizio tra il 2008 e il 2009 dopo l'approvazione, da parte del Ministero competente, dei progetti presentati per la messa in sicurezza. In particolare, per il ripristino dell'Area ST-1 la Saras S.p.A. (ora Sarlux S.r.l.) ha provveduto all'asportazione del terreno contaminato, secondo quanto previsto dal progetto condiviso e approvato dalle Autorità competenti, allo scopo di richiederne la sua restituzione per la realizzazione e svolgimento di nuove attività.

Di seguito sono elencati brevemente i principali passaggi dell'iter tecnico-amministrativo che hanno riguardato le attività di Messa in Sicurezza di Emergenza (MISE) dell'Area dell'ex serbatoio ST- 1 presso lo stabilimento Sarlux:

- Luglio 2008: la Saras SpA (ora Sarlux Srl) presenta il *Progetto di Messa in Sicurezza di Emergenza dell'Area dell'ex serbatoio ST-1* (MISE)
- 25 novembre 2009: Conferenza dei Servizi Decisoria in cui è stato discusso e approvato il Progetto di MISE per l'area dell'ex serbatoio ST-1;
- 7 ottobre 2010: emissione documento "*Certificazione interventi di MISE ex serbatoio ST-1*", nel quale si comunica l'avvenuta esecuzione degli scavi previsti nel progetto di MISE e il relativo conferimento dei materiali di scavo in discarica, ad eccezione di 2.000 m³ di materiale non scavato, rispetto alle prescrizioni di progetto, a causa della necessità di rimuovere e ricostruire un'asta fognaria in uso. Nel medesimo documento sono mostrati i referti analitici relativi ai lotti PB1, PC1 e PC3, non contaminati e depositati nel sito in attesa di un loro riutilizzo;
- 18 luglio 2014: avvio delle attività di scavo e sbancamento nel tratto sud est del bacino di contenimento per poter procedere alla realizzazione della nuova asta fognaria;
- 15 luglio 2016: tavolo tecnico tra ARPAS e Sarlux nel quale viene richiesta dall'Ente la procedura di collaudo degli interventi di MISE;

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- 5 settembre 2017: emissione documento *“Procedura di Collaudo MISE Area ex serbatoio ST-1”*;
- 5 dicembre 2017: trasmissione dei cronoprogrammi dei lavori di collaudo e validazione MISE dell'area ex serbatoio ST-1;
- 17 luglio 2018: emissione del documento *“Protocollo di Validazione relativo al Collaudo della MISE nell'area ex Serbatoio ST1”*, prot. ARPAS n. 25742/2018;
- 18-23 luglio 2018: attività di campionamento dei terreni per il collaudo della MISE e validazione da parte di ARPAS delle operazioni di prelievo e di campionamento terreni di Fondo Scavo (ex canale) e pareti; Arpas ha validato la stazione di campionamento F3 (verbale di campionamento 25906/208) e la stazione di campionamento F9 (verbale di campionamento 25907/2018 del 18 luglio 2018), oltre a verificare il raggiungimento del substrato andesitico nel fondo scavo. Le operazioni di validazione non sono state completate relativamente alla parete 2, a causa della errata identificazione della stessa rispetto alla planimetria di progetto (verbale 26400/2018 ARPAS);
- 29 gennaio 2019: emissione nota di risposta al verbale di sopralluogo 26400/2018 del 23 luglio 2018 e trasmissione documento *“Proposta di collaudo e validazione della parete 2”*;
- 21 febbraio 2019 – 13 marzo 2019: attività di campionamento dei terreni per il collaudo delle attività di MISE nella parete 2 e per la validazione dei campioni prelevati nella parete 2. ARPAS ha validato la stazione di campionamento F16;
- 29 marzo 2019: predisposizione e trasmissione del documento *“Report Attività di Collaudo e Validazione”*
- 22 luglio 2019: Tavolo Tecnico nel quale viene segnalato che sono in corso le attività analitiche di validazione sui 5 campioni prelevati in contraddittorio da ARPAS;
- 23 settembre 2019: Tavolo Tecnico svolto presso i locali dell'ARPAS Dipartimento Cagliari e Medio Campidano nel quale, a seguito delle differenze relative al parametro Idrocarburi C>12 riscontrate tra il laboratorio Arpas e il laboratorio Sartec, si rende necessario il prosieguo delle attività di bonifica dell'area ST-1.

2020: le ulteriori attività di scavo e di campionamento e analisi in riferimento alla MISE ex Area ST-1 sono effettuate come previsto dal Protocollo di Validazione condiviso con gli Enti (Prot. ARPAS 38632 del 23/11/2020). In particolare, una parte dei campioni (n.3 da pareti e n.1 da cumulo) sono stati sottoposti a validazione in contraddittorio con ARPAS. Tale attività ha previsto anche lo scambio delle aliquote, in modo che non sussistano problemi di disomogeneità. ARPAS, con nota prot.n.27447/2021 del 30/07/2021 ha ritenute valide le attività di campionamento ed analitiche eseguite in

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

contraddittorio con Sarlux. Relativamente alle indagini condotte nel 2020, le analisi effettuate da Sarlux presso il laboratorio di parte (Sartec S.r.l.) hanno mostrato come su tutti i campioni prelevati dalle pareti dello scavo e dai cumuli sia stata riscontrata conformità delle CSC della Tabella 1, Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo Quinto, Parte IV del D. Lgs. 152/2006 "*Siti ad uso Industriale e Commerciale*", mentre sul fondo è stato raggiunto il substrato andesitico roccioso, come riscontrato in campo in contraddittorio con ARPAS (Figura 21).

Alla luce di questi ultimi risultati, Sarlux nel 2021 ha comunicato la chiusura delle attività di MISE relative all'Area ST-1.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

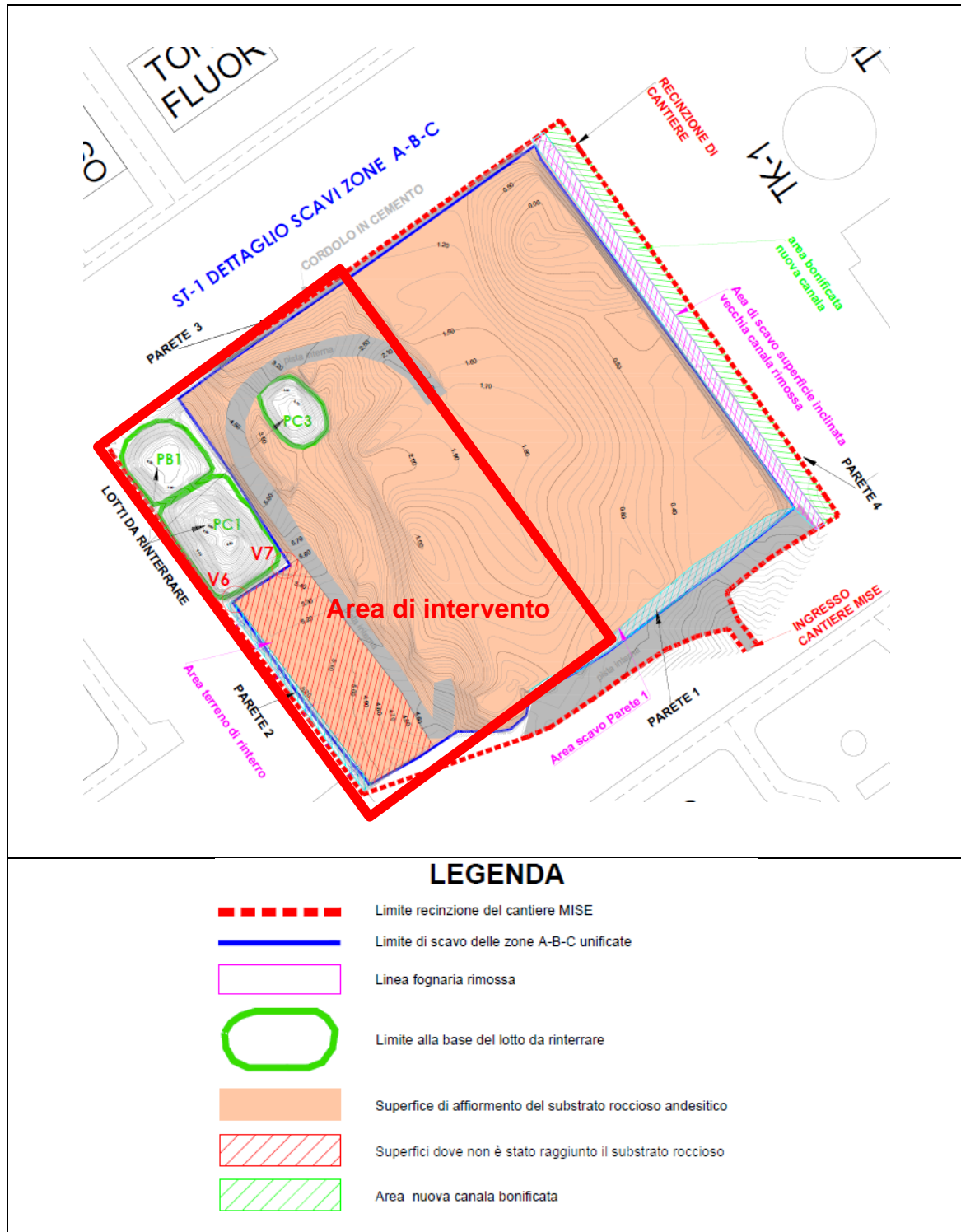


Figura 21 – Area ex serbatoio ST-1, stato attuale (Fonte: Sarlux, “Attività di MISE Area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux-Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale -14/05/2020”)

D.3.3 Ambiente idrico

D.3.3.1 Premessa

In analogia con quanto segnalato a proposito della componente ambientale “*Suolo e sottosuolo*”, la descrizione che segue è stata sviluppata attraverso una rielaborazione e contestualizzazione delle informazioni idrologiche ed idrogeologiche disponibili in letteratura nonché di quelle ottenute da Sarlux nell’ambito dell’attuazione di proprio piano di caratterizzazione del sito, svolto ai sensi della vigente normativa sui siti contaminati.

D.3.3.2 Idrologia superficiale

D.3.3.2.1 Inquadramento idrologico

L’area di studio è interessata da una serie di corsi d’acqua minori, compresi tra il *Rio di San Girolamo* a nord e il *Rio di Pula* a sud, aventi origine nel massiccio metamorfico paleozoico a ovest e sfocianti verso est, a mare.

A nord-ovest del sito di progetto, il rilievo granitico attraversato dalle gallerie della strada “*Perimetrale Consortile*” forma uno spartiacque orientato circa E-W che divide le acque di scorrimento superficiale che affluiscono al corso d’acqua *Bacch’e Linna* da quelle che affluiscono nel *Flumini Binu*, ubicati rispettivamente a sud e a nord delle stesse gallerie. Il *Bacch’e Linna* sfocia a mare a est scorrendo nella parte settentrionale della zona industriale della Saras; il *Flumini Binu* sfocia ugualmente a mare, ma immediatamente a nord dello stabilimento Sarlux (Figura 22).

I due corsi d’acqua presentano un pattern tipicamente dendritico nei settori di monte dei bacini imbriferi, in cui affiorano le rocce metamorfiche, e meandriiforme nella piana prossima alla foce a partire dai ponti della strada “*Perimetrale Consortile*”. Il *Flumini Binu* presenta nella piana a est della strada “*Perimetrale Consortile*” un alveo in parte rettificato artificialmente, per la presenza della discarica controllata di *Flumini Binu* e delle infrastrutture Sarlux. Anche il *Bacch’e Linna* ha un corso parzialmente rettificato, poiché si presenta rettilineo e con il fondo dell’alveo cementato, nell’ultimo tratto che attraversa l’area dello stabilimento Saras prima di sfociare a mare sotto *Torre Antigori*.

L’area sud dello stabilimento Sarlux, nella quale è ubicata l’area di progetto del presente studio, ricade all’interno di tre microbacini idrografici che si sviluppano parallelamente da ovest verso est: quello settentrionale è il bacino del *Riu de Maria Palmas*, che dalla vallata in località *Su Segretariu* si dirige verso mare sfociando sotto *Torre Antigori*; quello centrale è il bacino del *Rio Mascheroni* (sulla C.T.R. denominato *Riu Brillante*) che attraversa il Parco Ovest Sarlux per sfociare a mare; quello meridionale è il bacino del *Rio Cannas*, che lambisce l’abitato di

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Sarroch. I tre corsi d'acqua sono solitamente asciutti o con portate limitate e misurabili solo al verificarsi di eventi meteorici di particolare intensità (Figura 22).

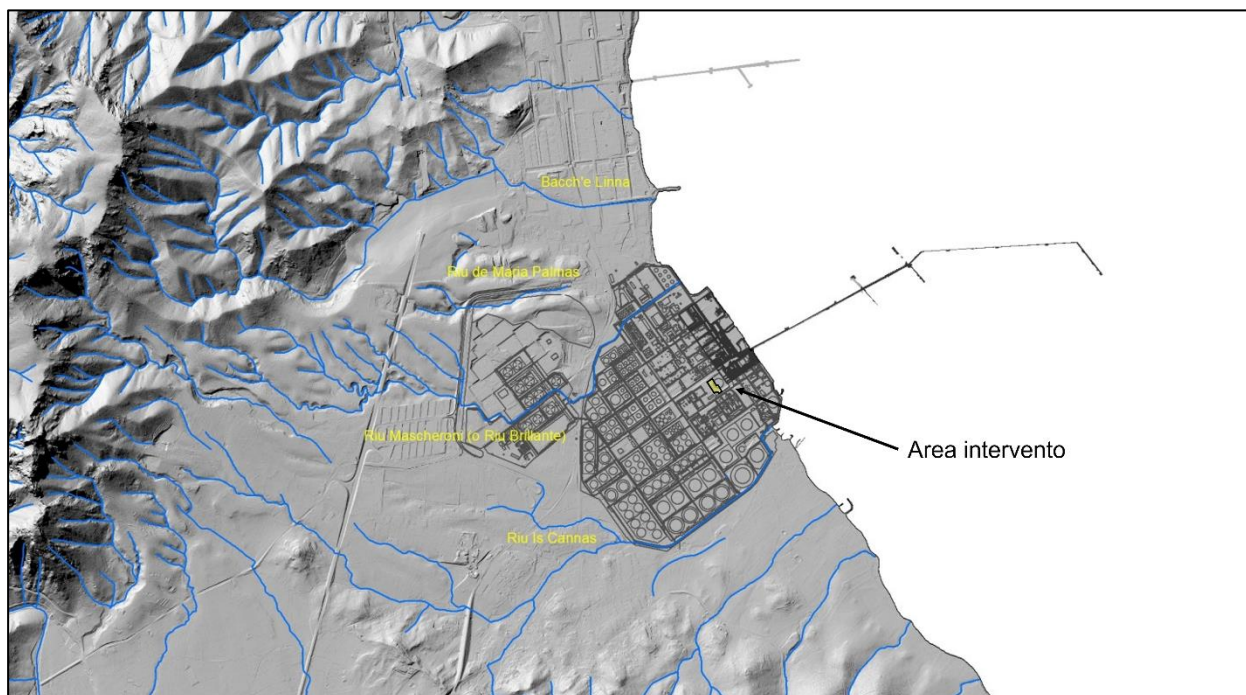


Figura 22 – Corsi d'acqua nell'area circostante l'area dello stabilimento Sarlux e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)

Il bacino del *Rio Mascheroni* ha una superficie di 2.77 km², mentre quello del *Rio Cannas* ha una superficie di 7.15 km². I bacini idrografici sono delimitati a est dal mare, a nord e a sud dagli spartiacque dei rilievi vulcanici andesitici, affioranti a nord e a sud, e a ovest dagli affioramenti delle metarenarie paleozoiche. I corsi d'acqua sono stati modificati profondamente durante la costruzione delle infrastrutture stradali e degli edifici industriali dello stabilimento Sarlux.

L'altitudine varia da 551 m s.l.m. raggiunti sulla cima più alta dalla cortina di rilievi di *Punta de su Seinargiu* (551 m) e *S'Arcu de Antoni Zoppu* (551 m), che la delimitano ad ovest, fino al livello del mare a est. La distanza coperta tra i rilievi occidentali e la costa è di circa 4 km. Nel bacino idrografico prevalgono le basse quote della piana costiera, con una brusca variazione altimetrica ad ovest dovuta ai ripidi versanti dei rilievi paleozoici.

D.3.3.2.2 Caratteri idrologici di dettaglio

Come già descritto nel Quadro di riferimento programmatico (*Elaborato AM-RT10001*), il Comune di Sarroch è ricompreso all'interno del bacino unico della Sardegna, Sub Bacino n°7 –

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

“Flumendosa Campidano Cixerri” e l’area di progetto non ricade in aree delimitate da pericolosità idraulica del territorio, così come individuato dal P.A.I. e dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) della Sardegna.

Sull’area di progetto sono state svolte preliminarmente delle valutazioni idrologiche e idrauliche di dettaglio per determinare quei parametri essenziali alla corretta valutazione della risposta idrologica dell’area con lo scopo di progettare e dimensionare un idoneo sistema di drenaggio per gli eventi meteorici.

Lo studio idrologico e idraulico svolto ha individuato il sistema idrografico di dettaglio dell’area di progetto e ha quindi svolto un’analisi idrologica sul bacino dell’area di progetto, considerando i parametri morfometrici del bacino stesso, stimando la portata di piena sulla base dei parametri di pioggia critica, delle curve di possibilità pluviometriche e dei tempi di corrivazione, tenendo anche considerazione parametro *Curve Number* del suolo.

A livello metodologico, le stime fatte in tale studio sono state svolte secondo il metodo indiretto basato sulla cosiddetta “*formula razionale*” e scegliendo la distribuzione “*Two Components Extreme Value*”, nota come TCEV, per la distribuzione di probabilità delle piogge.

Lo studio svolto, determinando una portata totale di picco pari a 0,27 m/s, una pioggia indice giornaliera di 50 mm e stimando i relativi tempi di corrivazione dell’area, ha stimato le seguenti portate di picco applicando il metodo indiretto basato sulla formula razionale e TCEV, considerando quali tempi di ritorno (T_R) di piena 10, 50, 100 e 200 anni:

- $T_R = 10$; Portata di piena = 0,27 m/s
- $T_R = 50$; Portata di piena = 0,32 m/s
- $T_R = 100$; Portata di piena = 0,35 m/s
- $T_R = 200$; Portata di piena = 0,38 m/s

Sulla base di tali stime, è stata quindi svolta un’analisi idraulica per la corretta progettazione e dimensionamento del sistema di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche che interesseranno l’area di progetto, come meglio dettagliato nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*).

D.3.3.3 Idrogeologia

D.3.3.3.1 Inquadramento idrogeologico

Nell’area di Sarroch, coesistono due acquiferi distinti e separati: uno superficiale di tipo freatico o confinato e uno profondo di tipo confinato. Il primo è ricaricato essenzialmente per infiltrazione

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

diretta delle acque meteoriche in corrispondenza delle fasce “pedo-collinari”, mentre il secondo segue circuiti idrogeologici indipendenti più ampi e complessi, attualmente non studiati.

L'area dello stabilimento Sarlux è caratterizzato in generale da litologie a medio-alta permeabilità per porosità, rappresentate dai depositi alluvionali interdigitati ai detriti di falda del Pleistocene-Olocene. La permeabilità di questi depositi è dovuta alla presenza di strati e lenti ciottoloso-sabbiosi in alternanza con livelli argillosi; i primi possono ospitare falde acquifere più o meno suddivise in livelli separati da orizzonti impermeabili, di limitata importanza e d'interesse locale.

I depositi alluvionali giacciono sulle vulcaniti andesitiche, che rappresentano il basamento nell'area di studio e sono alterate e/o argillificate nella parte superficiale, formando il cosiddetto “cappellaccio”. La falda superficiale circola nelle formazioni andesitiche fratturate sottostanti il cappellaccio e, verso mare, nelle formazioni ciottolose in matrice limo-argillosa e sabbiose della fascia alluvionale costiera. Le formazioni alluvionali sono caratterizzate da permeabilità media per porosità ($k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s); localmente, vi sono presenti livelli a granulometria più grossolana, a maggiore permeabilità ($k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s), correlabili, dal punto di vista geomorfologico, con i paleoalvei: queste sub-unità idrogeologiche costituiscono degli assi di drenaggio che condizionano la morfologia della falda e sono individuabili anche dall'andamento delle linee isopiezometriche.

Per quanto attiene all'area vasta, i granitoidi del Complesso intrusivo tardo-paleozoico, il complesso magmatico filoniano e le vulcaniti presentano una permeabilità medio-bassa (per porosità e fratturazione). Sono invece caratterizzati da permeabilità bassa (per porosità e fratturazione) la successione terrigena metamorfica del Cambriano-Ordoviciano Inferiore-Carbonifero Inferiore e i depositi alluvionali dell'Eocene-Oligocene della Formazione del Cixerri.

Relativamente all'acquifero andesitico, di interesse per il presente studio, i valori di permeabilità per fratturazione sono variabili da medio-bassi a medi. La campagna geognostico-stratigrafica del sito realizzata da Sarlux nell'ambito del proprio Piano di Caratterizzazione del 2012¹ ha permesso di distinguere tre livelli all'interno di tale complesso roccioso: il più superficiale è la coltre di alterazione, variabile in spessore ed estensione, detto “cappellaccio”, che giace o passa in continuità a un consistente spessore di roccia fratturata (principale acquifero del bacino), a sua volta sovrastante una roccia lapidea con struttura cristallina, poco fratturata. La presenza del “cappellaccio” può comportare una diminuzione della permeabilità, con formazione di una falda superficiale nelle coperture quaternarie soprastanti.

¹ Piano di Caratterizzazione Raffineria Saras di Sarroch (CA) - D.M. 471/99. Risultati del piano di indagine. Relazione descrittiva. SARTEC Spa – 12/12/2012

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

L'acquifero artesiano profondo è presente solo dopo 40÷60 metri di andesite lapidea con struttura lapidea integra poco fratturata, il che fa ritenere che quest'ultima ne rappresenti il tetto impermeabile di confinamento.

La falda superficiale presenta un dominio di flusso fortemente controllato dai due spartiacque sotterranei (alti strutturali della vulcanite andesitica basale sia in destra che in sinistra orografica), che registrano peraltro un notevole restringimento della sezione del bacino idrogeologico in corrispondenza dell'abitato di Sarroch, ubicato sul lato destro orografico del bacino, su un versante di vulcanite andesitica sub-affiorante. Un ulteriore controllo direzionale e cinetico della falda nel suo ultimo tratto di percorrenza è dato da una serie di assi di drenaggio preferenziali perpendicolari o quasi al mare.

La morfologia della falda superficiale è stata ricostruita attraverso l'interpolazione delle misurazioni dei livelli idrici dei piezometri del piano di caratterizzazione dello stabilimento Sarlux (

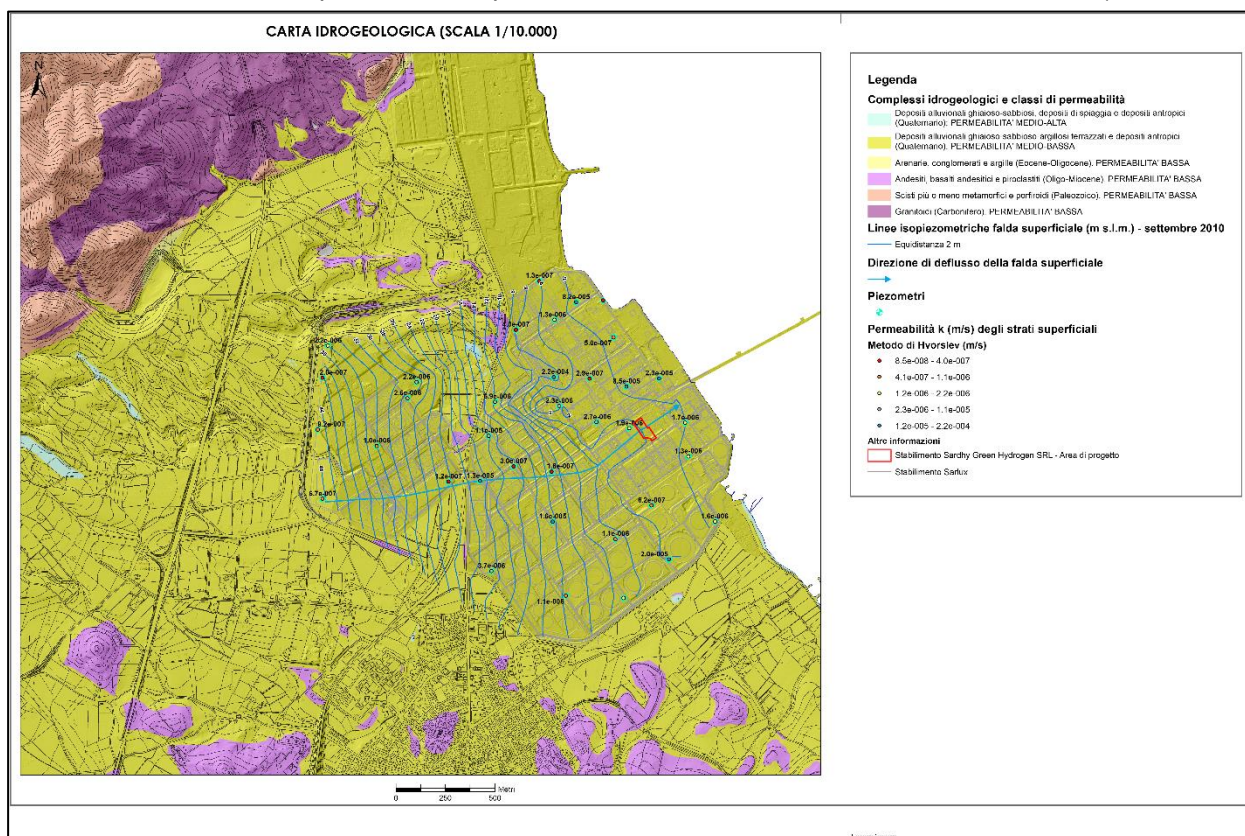


Figura 23) (Si rimanda al Paragrafo D.3.2.8 e al Paragrafo D.3.3.4). La falda presenta una direzione di deflusso generale da ovest verso est, con variazioni di direzione locale in prossimità della costa. Sono individuabili principalmente due assi di alimentazione, di cui uno a NE e a E ed un asse di drenaggio a est dell'area di progetto. Si può notare anche un cono di depressione, dovuto all'emungimento dei pozzi della barriera idraulica, nella parte centrale dell'area.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per quanto attiene ai parametri idrogeologici dell'acquifero, lo strato più superficiale dell'acquifero, che costituisce l'interfaccia tra la superficie piezometrica e la frangia capillare, è stato indagato con prove "*Bail test*" nell'ambito della fase di caratterizzazione. Le prove sono state interpretate secondo il metodo di *Hvorslev* e secondo il metodo di *Bower & Rice* (Bower, H., and R.C. Rice, 1980; Hvorslev, 1951). I risultati sono riportati nella Tabella 9 e presentano lo stesso ordine di grandezza delle prove di pompaggio eseguite sui pozzi di emungimento nell'ambito dello stesso studio. Si riporta in Figura 23 la distribuzione puntuale delle classi di permeabilità determinate nei vari piezometri: la porzione più superficiale dell'acquifero presenta una permeabilità dell'ordine di 10^{-6} m/s.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tabella 9 – Valori del coefficiente di permeabilità dello strato superficiale dell'acquifero

Piezometro	METODO DI HVORSLEV (m/s)	METODO DI BOUWER & RICE (m/s)	Data
PZ01	1.18E-07	9.08E-08	10/9/2006
PZ03	1.05E-06	8.00E-07	10/9/2006
PZ05	1.12E-05	1.09E-05	10/9/2006
PZ08	3.67E-06	2.77E-06	10/9/2006
PZ11	3.03E-07	2.47E-07	10/9/2006
PZ12	2.24E-06	1.72E-06	10/9/2006
PZ15	1.59E-06	1.22E-06	10/9/2006
PZ17	2.01E-05	1.55E-05	10/9/2006
PZ18	1.57E-06	1.20E-06	10/9/2006
PZ22	6.15E-07	4.75E-07	10/9/2006
PZ28	1.71E-06	1.32E-06	10/9/2006
PZ29	2.85E-07	2.17E-07	10/9/2006
PZ33	8.50E-05	6.54E-05	10/9/2006
PZ34	2.27E-05	1.75E-05	10/9/2006
PZ36	1.92E-06	1.46E-06	10/9/2006
PZ38	2.70E-06	2.12E-06	10/9/2006
PZ39	8.21E-05	6.31E-05	10/9/2006
PZ40	1.30E-07	1.01E-07	10/9/2006
PZ41	4.03E-07	3.08E-07	10/9/2006
PZ42	1.32E-06	1.02E-06	10/9/2006
PZ47	2.24E-04	1.72E-04	10/9/2006
PZ49	2.58E-06	1.98E-06	10/9/2006
PZ54	8.47E-08	6.58E-08	10/9/2006
PZ58	1.14E-06	8.88E-07	10/9/2006
PZ60	1.30E-06	1.01E-06	10/9/2006
PZ63	2.28E-06	1.77E-06	10/9/2006
PZ70	5.02E-07	3.93E-07	10/9/2006
PZ74	6.86E-06	5.49E-06	10/9/2006
PZ76	1.62E-07	1.27E-07	10/9/2006
PZ77	1.35E-05	1.05E-05	10/9/2006
PZ82	1.55E-05	1.21E-05	10/9/2006
PZ85	1.09E-06	8.37E-07	10/9/2006
PZ86	9.16E-07	7.16E-07	10/9/2006
PZ86b	8.52E-07	6.65E-07	4/6/2006
PZ87	1.97E-07	1.49E-07	10/9/2006
PZ88	2.21E-06	1.70E-06	10/9/2006
PZ89	6.67E-07	6.03E-07	10/9/2006
PZ89b	8.22E-07	6.49E-07	4/6/2006
PZ01Ebis	1.52E-07	1.17E-07	10/9/2006
PZ02E	1.68E-06	1.29E-06	10/9/2006
PZ03E	1.45E-06	1.11E-06	10/9/2006

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

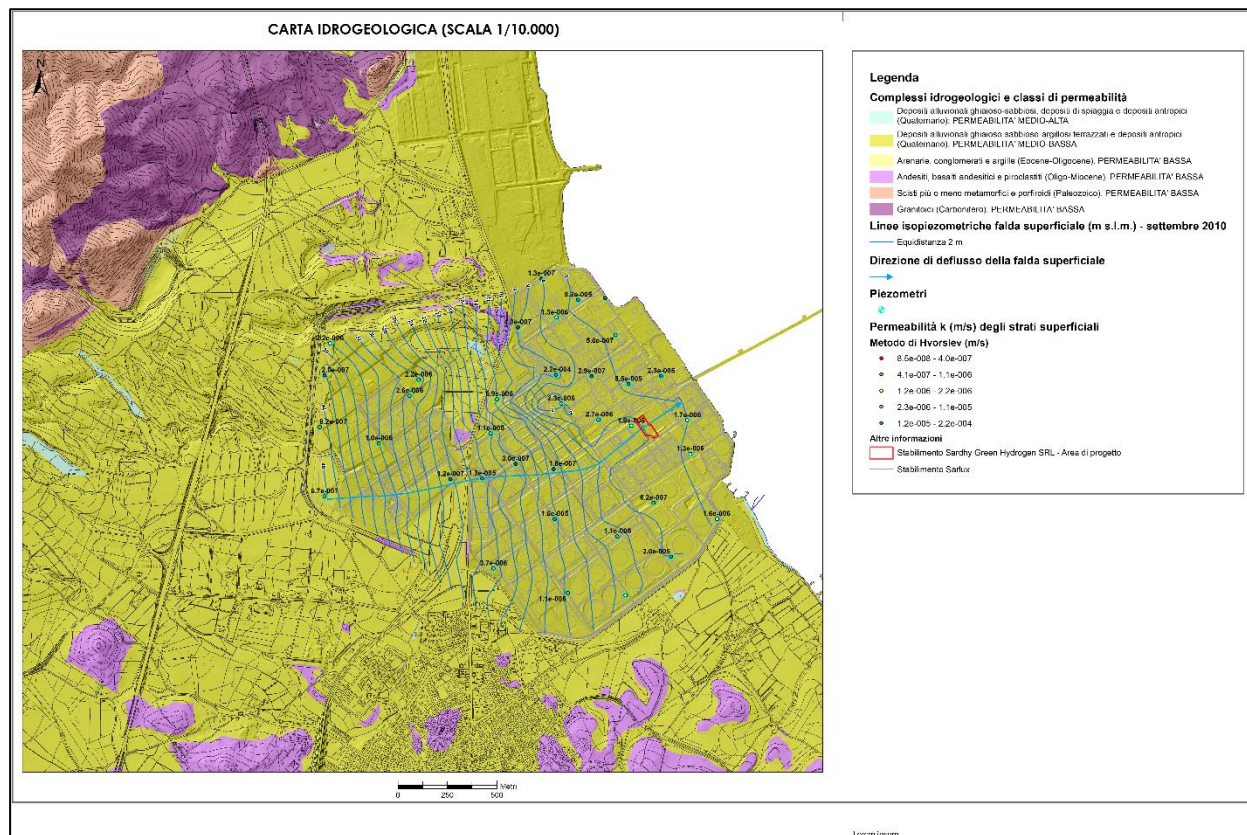


Figura 23 – Complessi idrogeologici, classi di permeabilità dello strato superficiale dell'acquifero e linee isopiezometriche della falda superficiale -equidistanza 2 m (misurazioni settembre 2010) su stabilimento Sarlux e direzione di deflusso su modello ombreggiato del terreno, con indicazione dell'area di progetto (in rosso)

D.3.3.3.2 Caratteri idrogeologici di dettaglio

Sulla base dei monitoraggi condotti da Sarlux nell'ambito delle proprie campagne mensili di misurazione dei livelli piezometrici per la verifica dell'efficacia della barriera idraulica (si rimanda al successivo Paragrafo D.3.3.4 per i dettagli), a gennaio 2022 la falda nell'area di progetto presentava in quel mese un valore assoluto di circa 3.5 m s.l.m. decrescente fino a circa 1 m s.l.m. in direzione sud-ovest/Nord-est. (Figura 24).

Le indagini geognostiche e geotecniche condotte sull'area di progetto nel mese di maggio 2022 indicano che la quota della falda in tale area è da assumersi a una quota pari a -0,90 m.p.c., sulla base delle letture eseguite sui piezometri dello stabilimento Sarlux PZ28, PZ36, PZ147 e PZ140 (si rimanda alla Figura 30).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

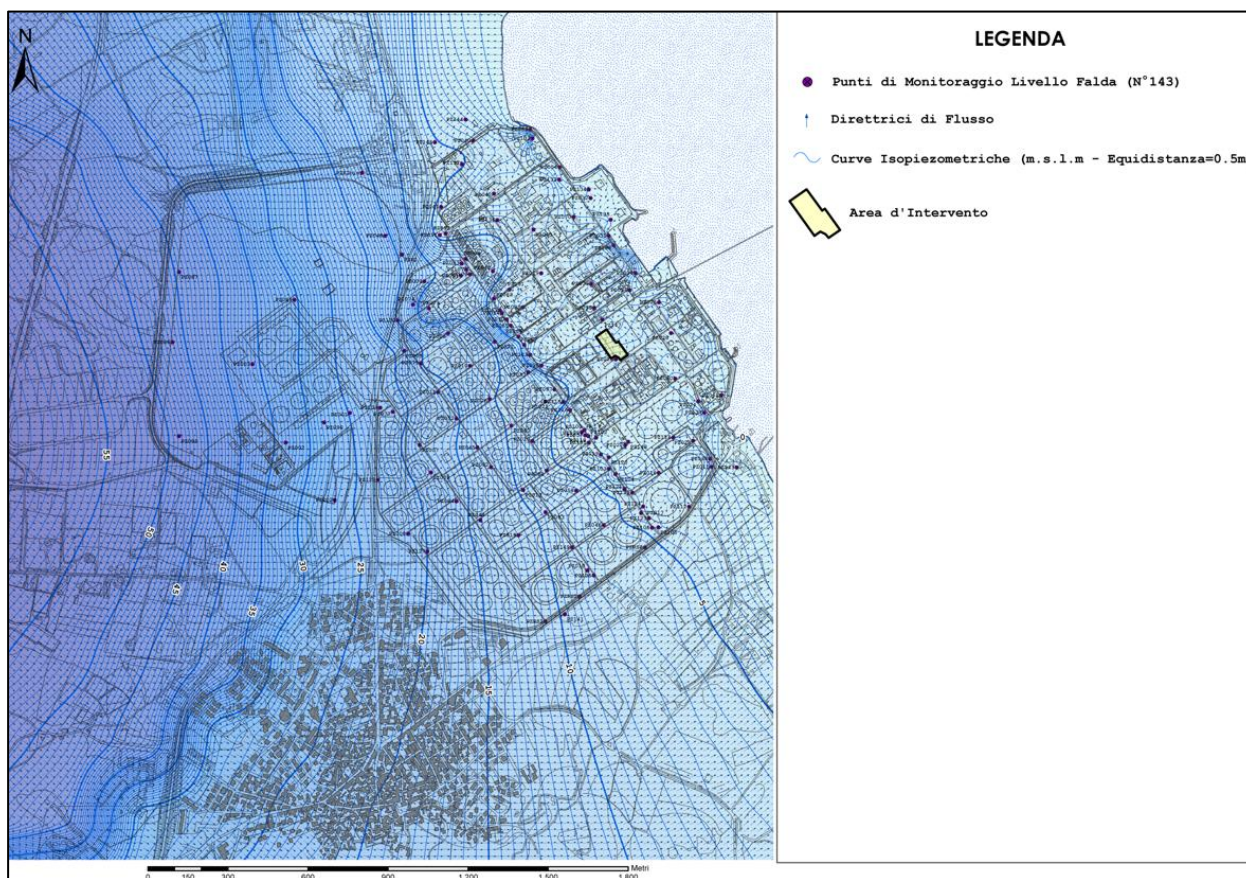


Figura 24 – Morfologia freatica dell'area- gennaio 2022 con indicazione dell'area di progetto (in giallo)

D.3.3.4 Qualità delle acque sotterranee a livello locale

D.3.3.4.1 Premessa

Rimandando a quanto già descritto nel Paragrafo D.3.2.8 a proposito del Piano di caratterizzazione attuato da Sarlux e delle relative considerazioni sulla componente Suolo e Sottosuolo, si fa presente che la ricostruzione dell'attuale qualità delle acque sotterranee dell'area di progetto si basa in particolare sui dati forniti da Sarlux, ottenuti nell'ambito delle proprie campagne di monitoraggio periodiche della falda sottostante lo stabilimento.

Di seguito si riporterà sinteticamente la cronistoria degli eventi tecnico-amministrativi che hanno interessato specificatamente la falda acquifera dopo la trasmissione (Aprile 2006) da parte di Sarlux della proposta per la *"Messa in sicurezza e Operativa della falda"* :

- Ottobre-Dicembre 2006: trasmissione al MATTM del *"Progetto Definitivo MISE e MISOP della falda dello Stabilimento SARAS di Sarroch"* e successiva integrazione al progetto. Il progetto proponeva la realizzazione di una barriera idraulica distribuita su due fronti, quale intervento di messa in sicurezza di emergenza (MISE) della falda e di un barrieramento fisico quale intervento di messa in sicurezza operativa (MISOP) della falda

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Luglio 2011: Sarlux presenta una ulteriore modifica della proposta progettuale definitiva
- Dicembre 2012: La proposta in variante rispetto al progetto esecutivo dell'opera approvata, con prescrizioni, dalla Conferenza dei servizi del 13.11.2012, adottata dal MATTM con Decreto direttoriale del 04.12.2012 prot. n. 3968/TRI/DI/B. Contemporaneamente, e a completamento di quanto proposto, Sarlux procede con la realizzazione di una barriera dinamica a valle della zona in cui è presente la fase surnatante (MISE)
- Gennaio-Aprile 2013: A seguito della necessità di rielaborare/integrare alcuni aspetti progettuali, Sarlux trasmette uno studio di fattibilità alla Direzione generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche del Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare con nota prot. 830 del 25/01/2013 per una proposta progettuale alternativa al fine di gestire la MISOP della falda attraverso l'implementazione di barriere idrauliche e non più, come inizialmente progettato, tramite un barrieramento fisico a valle. Tale progetto è assentito da parere tecnico da parte dell'ISPRA (documento IS/SUO 2013/63 di aprile 2013) e da Regione Sardegna – Assessorato della difesa dell'ambiente, ARPAS e Provincia di Cagliari (in parere congiunto prot. n. 0008341 del 12/04/2013), il tutto contenuto negli Allegati 18 e 19 del verbale di CdS (17 Aprile 2013).
- Luglio 2015: Il progetto in variante di messa in sicurezza operativa - MISOP della falda, viene definitivamente approvato, dopo una serie di richieste di precisazioni e prescrizioni, nella Conferenza dei servizi decisoria del 02/07/2015. Il decreto finale di approvazione di tale variante, a seguito di una verifica di assoggettabilità alla VIA, è stato emanato a maggio 2016

D.3.3.4.2 Misure di messa in sicurezza di emergenza (MISE) e operative (MISOP)

A fronte delle situazioni di contaminazione della falda riscontrate presso lo stabilimento Impianti SUD, Sarlux ha dato seguito alla realizzazione di una barriera idraulica finalizzata al confinamento della contaminazione (Messa in sicurezza di emergenza della falda- MISE). Tale barriera idraulica, completata nel 2007, è costituita da 46 pozzi tutti attrezzati con impianto di emungimento o di ravvenamento (ad eccezione del pozzo esterno WR01, non attrezzato):

- n. 27 sono ubicati lungo la strada II (linea mediana dello stabilimento);
- n. 6 ubicati lungo il perimetro dello stabilimento (monte idrogeologico rispetto alla linea mediana);
- n. 12 sul fronte mare per il ravvenamento;
- n. 1 pozzo di ravvenamento sul lato sud all'esterno dello stabilimento.

Successivamente, a seguito dell'esercizio dei sistemi, il barrieramento è stato così modificato:

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- due pozzi di emungimento (W28 e W29) ubicati a monte idrogeologico dello stabilimento e progettati con la funzione di alimentare il fronte di ravvenamento, sono stati dismessi;
- WR01, esterno allo stabilimento, progettato per contrastare eventuali fenomeni di intrusione salina nell'area sud, non è attualmente utilizzato data l'assenza di tali fenomeni.

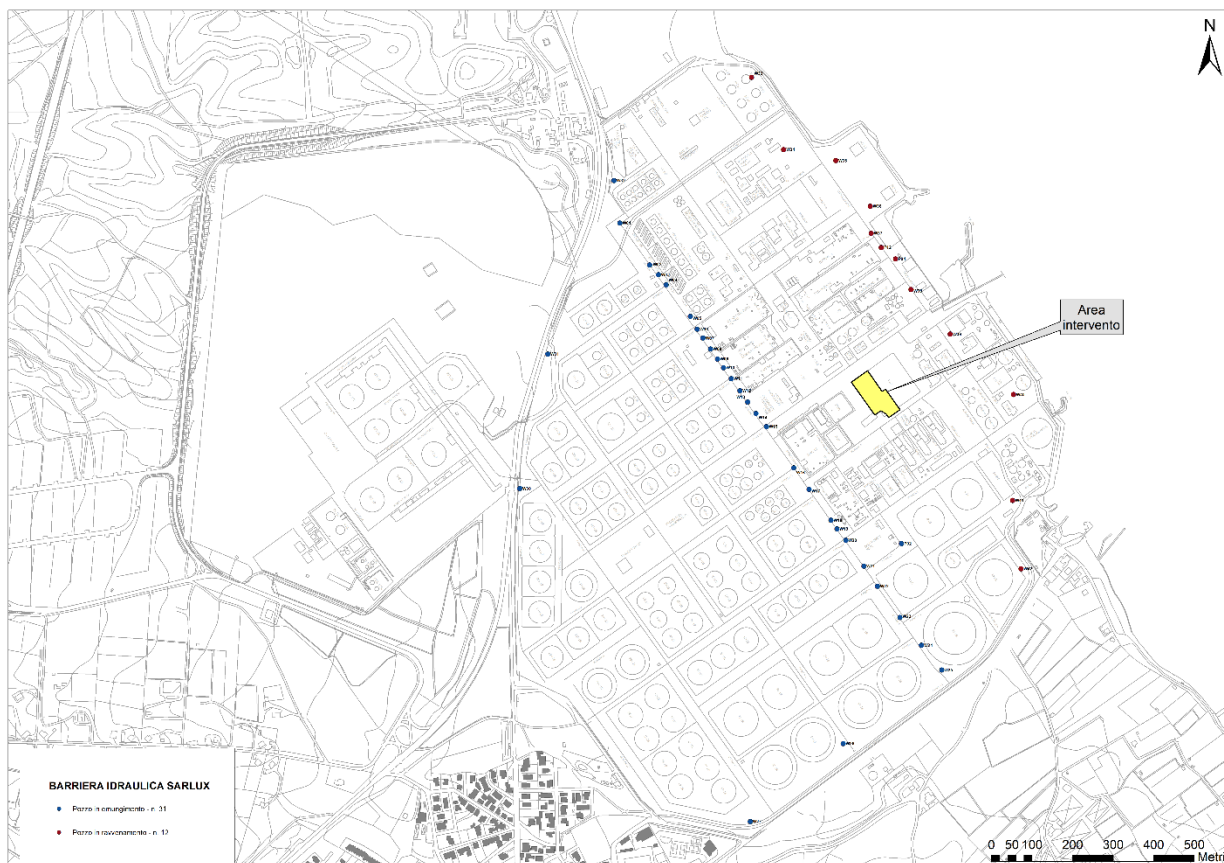


Figura 25 – Pozzi attivi della barriera idraulica Sarlux- Impianti SUD e ubicazione dell'area di progetto (area in giallo)

Successivamente, ai fini della Messa in Sicurezza Operativa (MISOP) della falda, Sarlux ha realizzato ulteriori barriera idraulici costituiti complessivamente da:

- n.34 pozzi di emungimento
- n.7 pozzi di ravvenamento e relativi piezometri "spia" (65 complessivi)
- n.6 cluster di piezometri.

I lavori per la realizzazione di tali barriera idraulici sono iniziati a settembre 2016 e si sono conclusi il 13 dicembre 2017. Nel mese di gennaio 2019 si sono svolte e concluse le attività di completamento delle attrezzature sui pozzi e di commissioning mentre nel mese di febbraio 2019 è stata avviata una fase di test che si è protratta per tutto il 2020 e il 2021 e risulta essere ancora in corso.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Al termine di tali interventi, il sistema di barrieramento idraulico complessivo dello stabilimento Sarlux si configurerà come una Messa in Sicurezza Operativa (MISOP) della falda soggiacente l'area dello stabilimento e sarà costituito da:

- n. 67 pozzi di emungimento, di cui 60 dotati di pompe skimmer per il recupero della fase surnatante;
- n. 19 pozzi di ravvenamento;
- n. 213 (148+65) piezometri di monitoraggio interni al sito;
- n. 6 piezometri cluster multilivello.

D.3.3.4.3 Caratterizzazione idrochimica

Al fine di semplificare la comprensione dello stato di qualità delle acque sotterranee presso lo stabilimento Sarlux – Impianti SUD, nella Figura 26 sono stati rappresentati in modo schematico i diversi spazi fisici utili alla descrizione del fenomeno:

- strada II: demarcazione ideale che separa una zona caratterizzata da un inquinamento significativo della falda (monte idrogeologico) da una zona con livelli di inquinamento più bassi (valle idrogeologico);
- monte idrogeologico: tratto di falda a sud-ovest della strada II, comprendente gran parte degli stoccaggi dei grezzi, dei semilavorati e dei prodotti finiti;
- valle idrogeologico: tratto di falda a nord-est della strada II, sino a raggiungere la linea di costa, comprendente l'area degli impianti, dei servizi e rimanente parte degli stoccaggi di grezzi;
- direzione di flusso della falda SO-NE: direzione principale del flusso della falda superficiale da sud-ovest a nord-est;
- parco ovest: area del sito ubicata a ovest della strada che conduce al centro abitato di Sarroch. Essa racchiude l'area del "Deposito nazionale" contenente serbatoi di benzine e gasoli.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

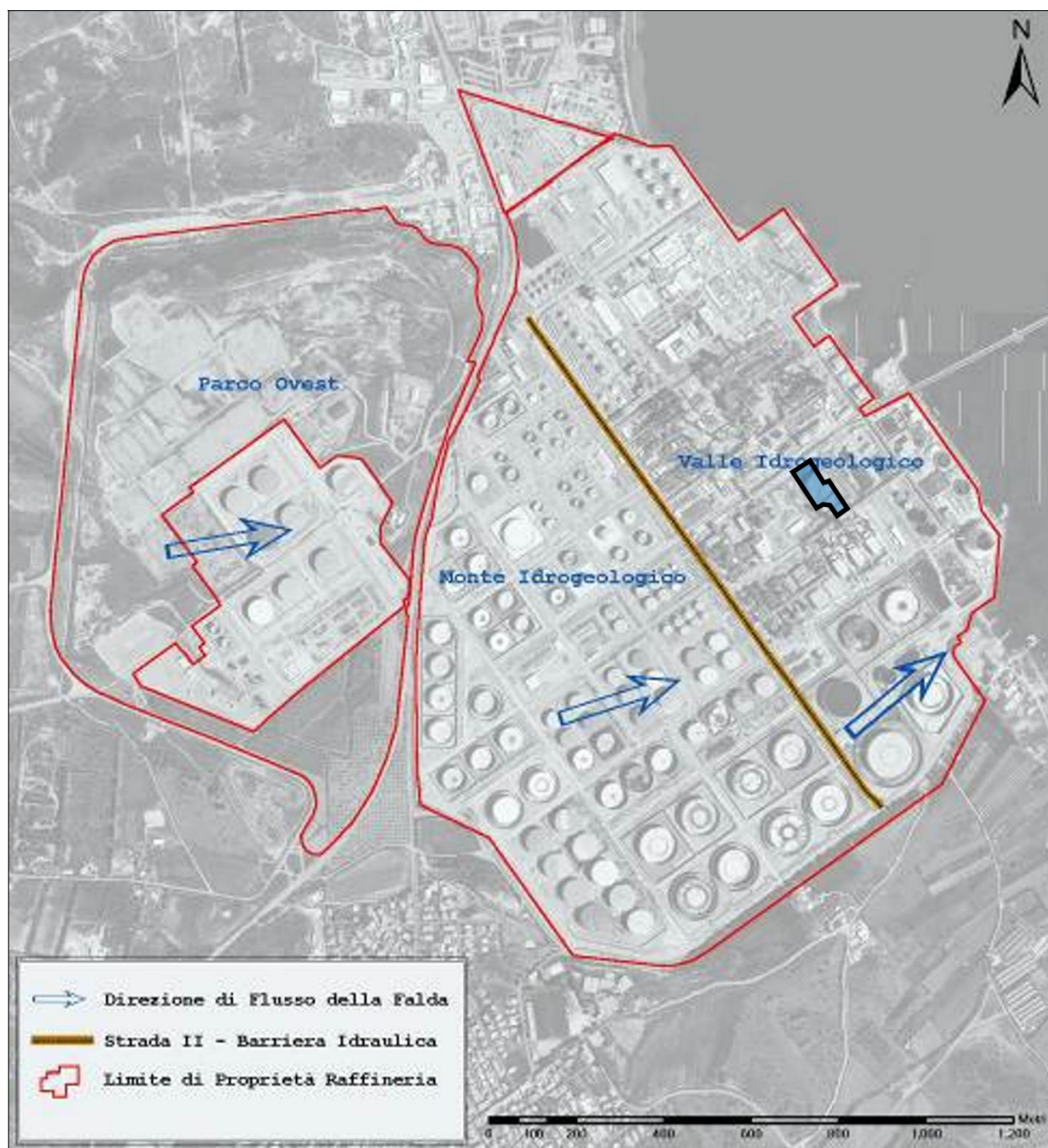


Figura 26 – Planimetria schematica dello stabilimento Sarlux – Impianti SUD (Fonte Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell'ubicazione dell'area di progetto (area delimitata in blu)

In considerazione dell'attuale sistema di barriera idraulico e dell'andamento della falda idrica, il centro abitato di Sarroch, ubicato a sud del sito non è interessato da potenziali fenomeni di contaminazione idrica sotterranea. Pertanto, fuori dal perimetro dello stabilimento Sarlux e dal perimetro dell'area di progetto, l'unico recettore ambientale potenzialmente esposto alla contaminazione è rappresentato dal mare, verso il quale la falda defluisce naturalmente.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.3.4.3.1 Dati Storici

Le prime attività di caratterizzazione idrochimica che furono condotte sulla falda sottostante lo stabilimento Sarlux – Impianti SUD evidenziarono localmente la presenza di NAPL in 37 punti di controllo su 177 oggetto di indagine. In questi punti di monitoraggio si procedette alla misurazione dello spessore apparente, risultato variabile nell'intervallo 0,01÷7,00 metri.

La Figura 27 illustra la mappa della distribuzione del NAPL all'ottobre 2010.

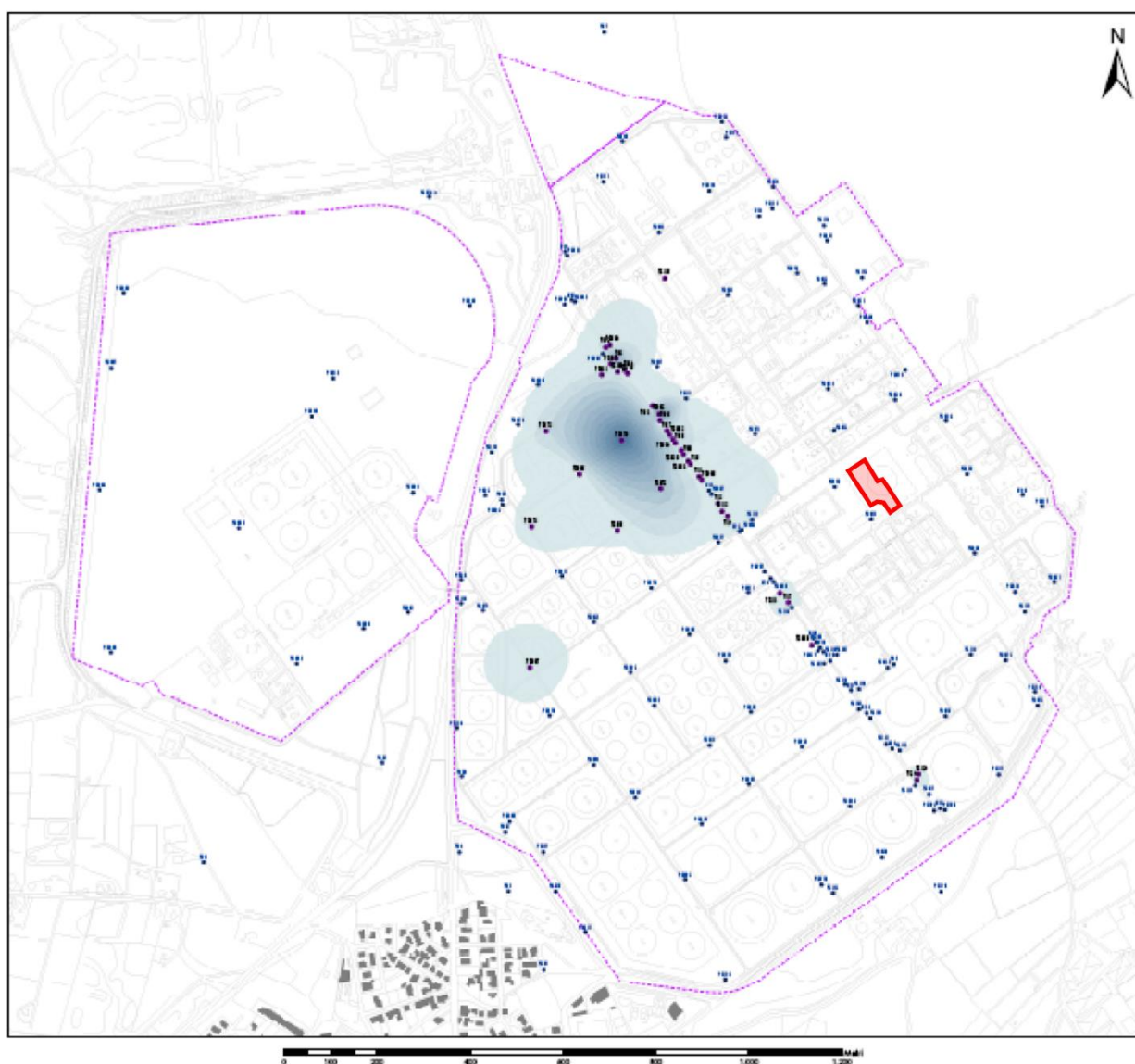


Figura 27 – Mappa distribuzione NAPL ottobre 2010 (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell'ubicazione dell'area di progetto (area delimitata in rosso)

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Analizzando la ricostruzione della distribuzione spaziale dei NAPL si evince come tali prodotti fossero concentrati nella zona a ridosso delle aree dei serbatoi a monte idrogeologico della "strada II".

Nella Figura 28 si riportano in mappa i punti rappresentati con diversa simbologia in funzione delle caratteristiche del NAPL determinate (benzine, gasoli, keroseni o oli combustibili). Dall'analisi di tale rappresentazione si evince come i NAPL presenti fossero riconducibili, nella maggior parte dei punti, alle benzine e secondariamente a gasoli e kerosene.

Nell'ambito delle attività di caratterizzazione, inoltre, allo scopo di definire la qualità delle acque sotterranee, furono utilizzati i dati delle analisi eseguite sull'acqua di falda nel corso della campagna di campionamento realizzata sui piezometri di monitoraggio nel mese di ottobre 2010. Nella campagna in oggetto furono campionati e sottoposti ad analisi 138 piezometri presenti nel sito in esame. Su ogni punto furono analizzati tutti i 44 parametri chimici previsti dal piano di caratterizzazione.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 28 – Rappresentazione spaziale della caratterizzazione del NAPL (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell'ubicazione dell'area di progetto (area delimitata in rosso)

Dalle analisi effettuate su 138 campioni, a cui corrispondono 4.554 parametri determinati con limiti di concentrazione normati, il numero di superamenti è stato pari a 337 con una percentuale sul totale dei valori del 7,40% mentre, per quanto riguarda gli hot spot, il numero ottenuto è stato 173 con una percentuale del 3,80%.

I contaminanti che hanno presentato una frequenza di “superamenti” e “hot spot” superiore alla media sono stati: Manganese, MTBE, Ferro, Idrocarburi totali, Benzene, Fenolo, Solfati e Toluene.

Altri contaminanti come p-Xilene, Etilbenzene, o,m,p-Metilfenolo, Benzo(a)pirene, Nichel, Benzo(g,h,i)perilene, Zinco, Benzo(a)antracene, Somma IPA, Piombo, Cadmio, Cobalto, hanno dato luogo ad una presenza di “superamenti” e di “hot spot” più contenuta, mentre per Cromo,

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Rame, Nitriti, Vanadio, Indeno Pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Cianuri, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, PCB, Stirene, Pirene non si sono riscontrati superamenti dei valori limite.

La numerosità di punti con superamento della CLA è attribuibile, in misura rilevante, alla presenza di numerose eccedenze dei valori di concentrazione di Ferro e Manganese, parametri notoriamente riscontrabili in concentrazioni elevate negli acquiferi regionali. Escludendo questi due contaminanti dal conteggio, il numero di punti con almeno un “superamento” è pari a 85 ed il numero di punti con almeno un “hot spot” è pari a 33 (Figura 29).

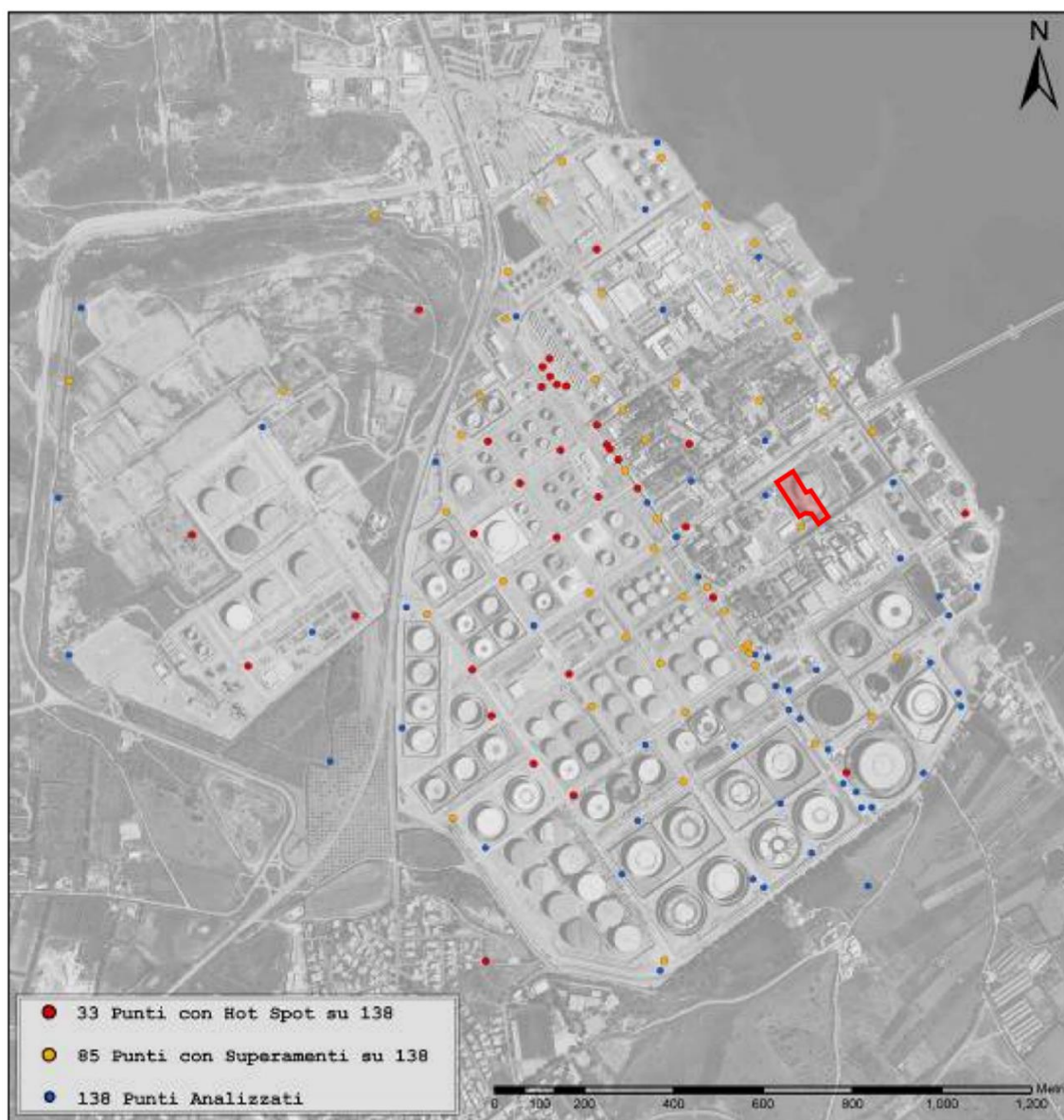


Figura 29 – Punti di campionamento acque sotterranee con superamenti della CLA e hot spot (Fonte: Piano di Caratterizzazione Sarlux, 2012) – Individuazione dell’ubicazione dell’area di progetto (area delimitata in rosso)

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.3.4.4 Esiti monitoraggi della qualità della falda– Dati 2020

Sarlux nel corso del 2020, come previsto dal proprio piano di monitoraggio della falda contenuto nel progetto di MISE e MISOP, ha svolto due campagne di monitoraggio, a cadenza semestrale. Le attività di campionamento hanno avuto luogo nei mesi di marzo e settembre 2020.

Il monitoraggio semestrale prevede il campionamento di tutti i piezometri allestiti per il monitoraggio dell'acqua di falda; si tratta di una rete piezometrica costituita da 144 piezometri interni allo stabilimento (Figura 30).

Per il prelievo dei campioni d'acqua sono stati utilizzati il metodo di campionamento *low-flow*, mediante pompa peristaltica, ed il metodo con pompa sommersa per i piezometri più profondi di 10 metri.

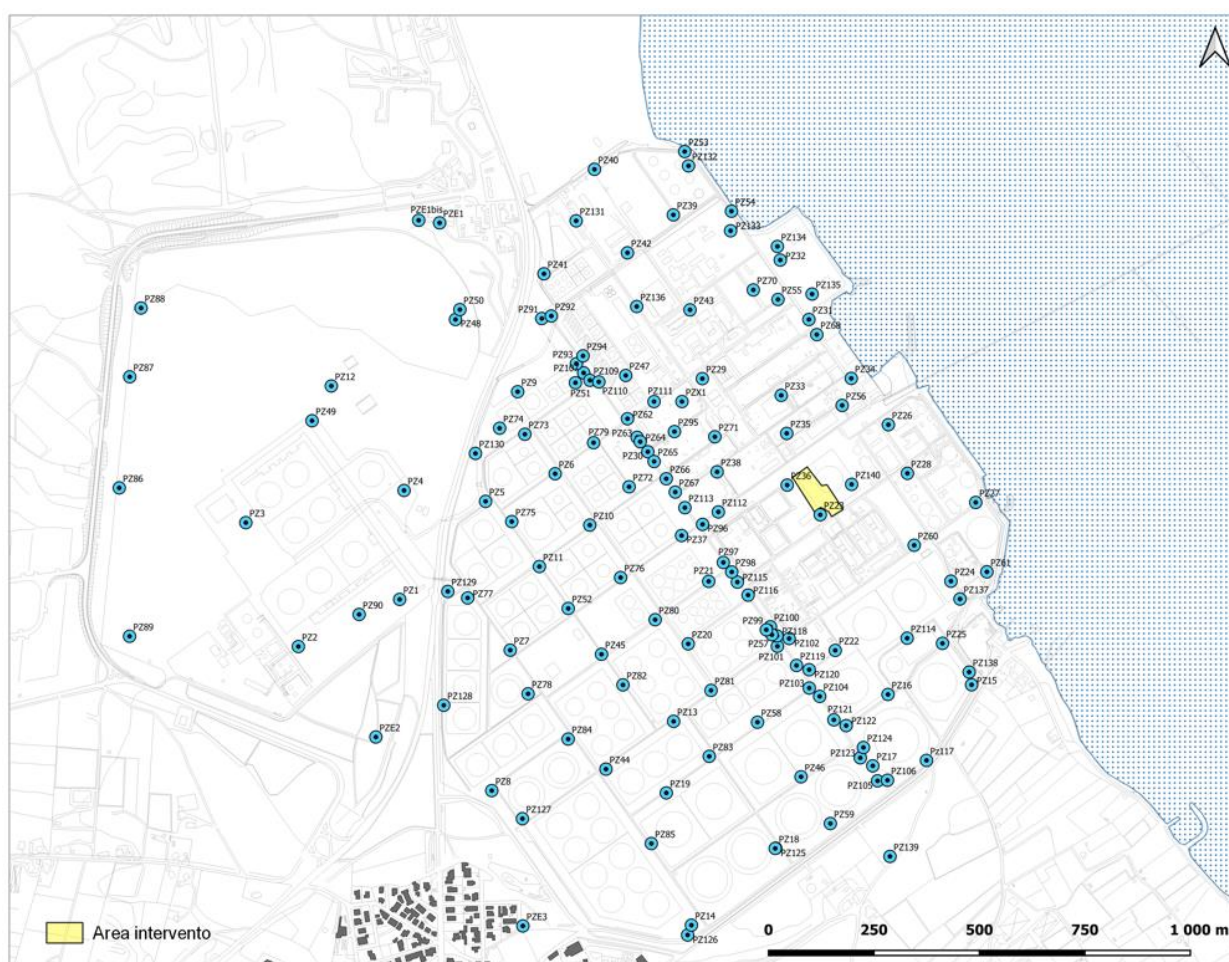


Figura 30 – Punti di indagine delle acque sotterranee dello stabilimento Sarlux – Individuazione dell'area di progetto (area in giallo)

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Ai fini della valutazione sullo stato di qualità della falda, i valori di concentrazione misurati nelle acque prelevate dai piezometri sono stati messi a confronto con i valori di “*Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)*”, come stabiliti nell’Allegato 5, Parte Quarta Titolo V del D. Lgs n.152 del 3 aprile 2006. Per alcuni parametri il decreto non prevede valori limite, in questi casi sono, dove presenti, sono stati utilizzati i valori suggeriti dall’Istituto Superiore di Sanità (ISS). In questo modo, per quei parametri dotati di limite normativo, sono stati individuati i superamenti e gli *hot spot*.

Dall’analisi dei dati è stato evidenziato che:

- alcuni contaminanti (Benzene, Fenolo, Idrocarburi Totali, MTBE, p-Xilene e Toluene) presentano un numero di superamenti e *hot spot* maggiore rispetto agli altri parametri.
- Solfati e Azoto ammoniacale mostrano superamenti tipici dei piezometri più vicini al mare, così come Ferro e Manganese sono ubiquitari.
- Metanolo, PCB e Cianuri liberi, determinati esclusivamente nella campagna semestrale di marzo, hanno mostrato valori al di sotto dei limiti di rivelabilità strumentale.

In generale, la distribuzione dei contaminanti (superamenti ed *hot spot*) aumenta passando dalla zona a monte alla zona in prossimità della barriera dove il flusso contaminato viene richiamato. Proseguendo verso valle i superamenti diminuiscono e gli *hot spot* si riducono, per effetto del funzionamento dei pozzi barriera.

Valutando il numero di piezometri, suddivisi per monte, barriera e valle che hanno evidenziato almeno un superamento o un *hot spot*, con riferimento ai contaminanti ritenuti più rappresentativi (Benzene, Etilbenzene, p-Xilene, Toluene, MTBE, Idrocarburi totali), è emerso che il numero di punti con almeno una contaminazione si riduce in maniera significativa dalla zona a monte alla zona a valle della barriera.

Nella Figura 31 e Figura 32 sono rappresentate le percentuali dei piezometri che hanno avuto almeno un superamento o un *hot spot*, sempre in riferimento ai contaminanti più rappresentativi, rispetto al numero di piezometri monitorati in ciascuna delle tre zone.

L’area di progetto si trova a valle della barriera idraulica è, considerando l’andamento della falda, a valle idrogeologico. In corrispondenza dell’area sulla quale verrà realizzato l’impianto oggetto del presente studio sono attualmente presenti n.2 piezometri (PZ36, PZ23) facente parte della rete di monitoraggio della falda acquifera della raffineria Sarlux, nell’ambito del proprio piano di monitoraggio. Alla luce di quanto descritto, si sottolinea quindi come la qualità dell’acqua sotterranea nei pressi dell’area di progetto risulti strettamente dipendente dalla gestione e funzionamento complessivo delle misure di

Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

MISOP e MISE attuate da Sarlux e che essa è comunque oggetto di periodici monitoraggi da parte della raffineria. In merito ai monitoraggi condotti nel 2020 dalla raffineria, come già indicato sopra, è emerso che la qualità della falda risulta significativamente migliore a valle della barriera idraulica, dove si trova l'area in oggetto, rispetto alle aree a monte.

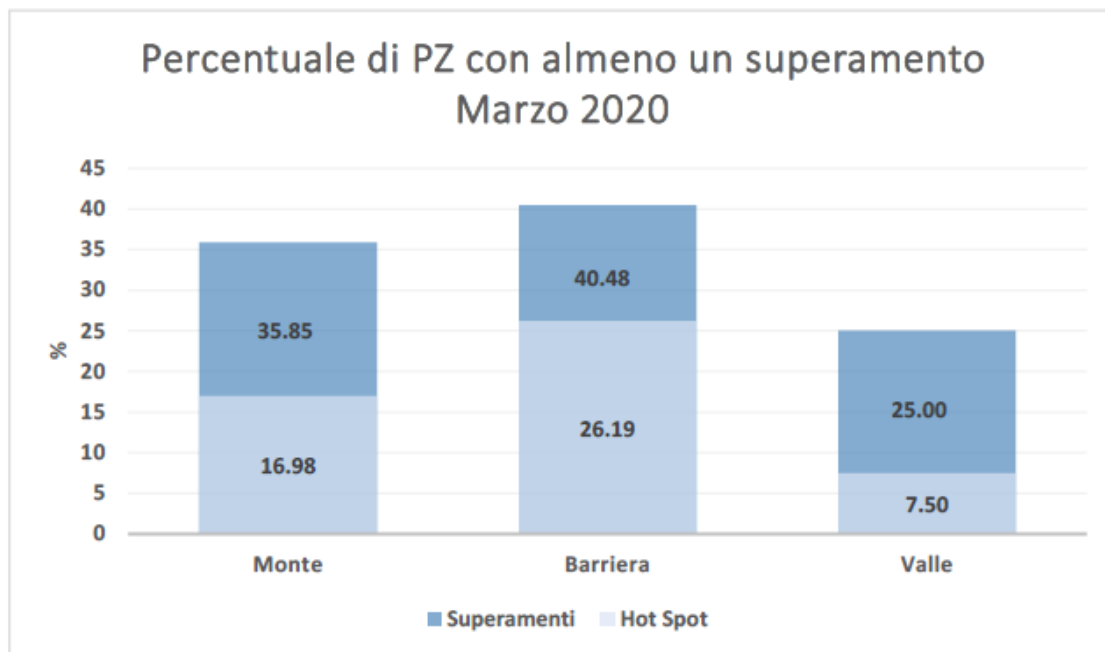


Figura 31 – Percentuale dei piezometri con almeno un superamento o un hot spot nella campagna di marzo 2020 nelle diverse aree dello stabilimento Sarlux (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”)

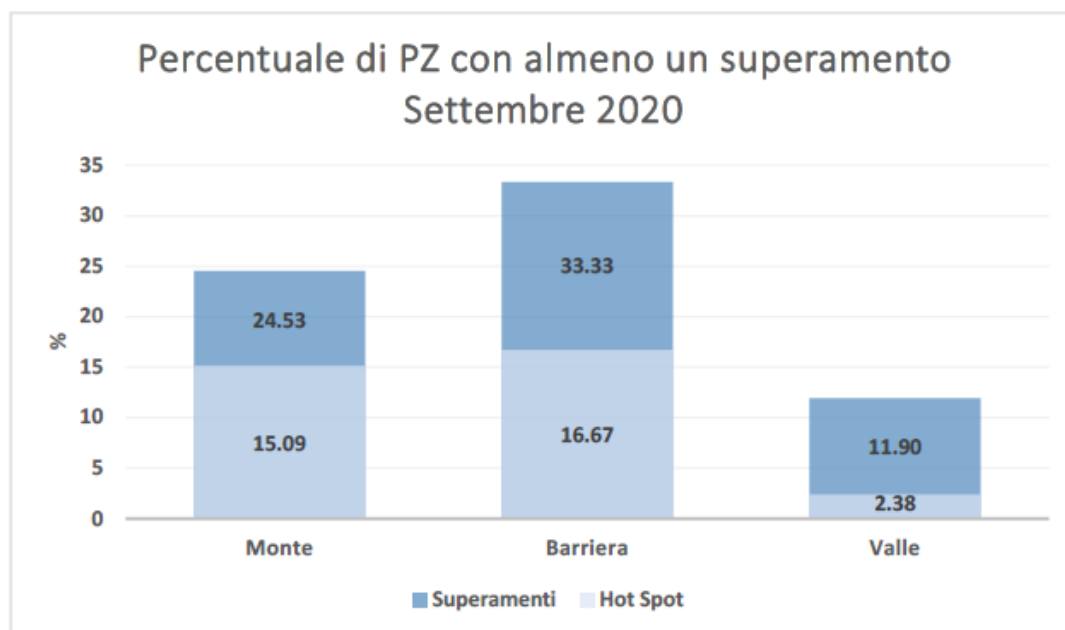


Figura 32 – Percentuale dei piezometri con almeno un superamento o un hot spot nella campagna di settembre 2020 nelle diverse aree del sito (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”)

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.3.4.5 Funzionamento della barriera idraulica e distribuzione di NAPL – Dati 2020

Il volume totale emunto nel 2020 dai 31 pozzi attivi della barriera idraulica è stato di circa 125.246 m³, pari a circa 342 m³/giorno. Le portate base dei pozzi hanno un valore indicativo che è soggetto a variazioni in funzione della stagionalità della falda.

A seguito del funzionamento della barriera idraulica, l'area interessata dal mantello di NAPL si è progressivamente ridotta, a partire dai primi anni di esercizio degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza, per concentrarsi quasi esclusivamente lungo il tratto della barriera idraulica compreso tra i pozzi W02 - W15 e in alcune aree immediatamente a monte idrogeologico, dalle quali ha storicamente origine la contaminazione del sito.

Mensilmente Sarlux elabora una ricostruzione della distribuzione di NAPL utilizzando i dati acquisiti durante le campagne mensili di misurazione dei livelli piezometrici, si veda ad esempio la Figura 33 **Error! Reference source not found.** relativa al mese di Dicembre 2020.

Per il recupero del surnatante si procede con le pompe skimmer fisse installate nei pozzi barriera ubicati nella linea mediana e, con frequenza mensile, nei piezometri attraverso l'uso di una pompa skimmer mobile. A partire dal mese di luglio 2014 è stata inoltre incrementata la frequenza di recupero del NAPL dai piezometri che presentavano maggiore quantità di prodotto; il recupero in questi piezometri avviene con frequenza bisettimanale.

Nell'anno 2020, attraverso le pompe skimmer installate nei pozzi barriera, sono stati recuperati circa 69 m³ di fase mista organica/acquosa.

Attualmente è in essere uno sbarramento pressoché continuo lungo il fronte mare che contribuisce a contenere la contaminazione all'interno del sito Sarlux.

L'area di progetto non è tra quelle interessate attualmente dalla distribuzione di NAPL, come si evince dalla Figura 33 **Error! Reference source not found.**

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

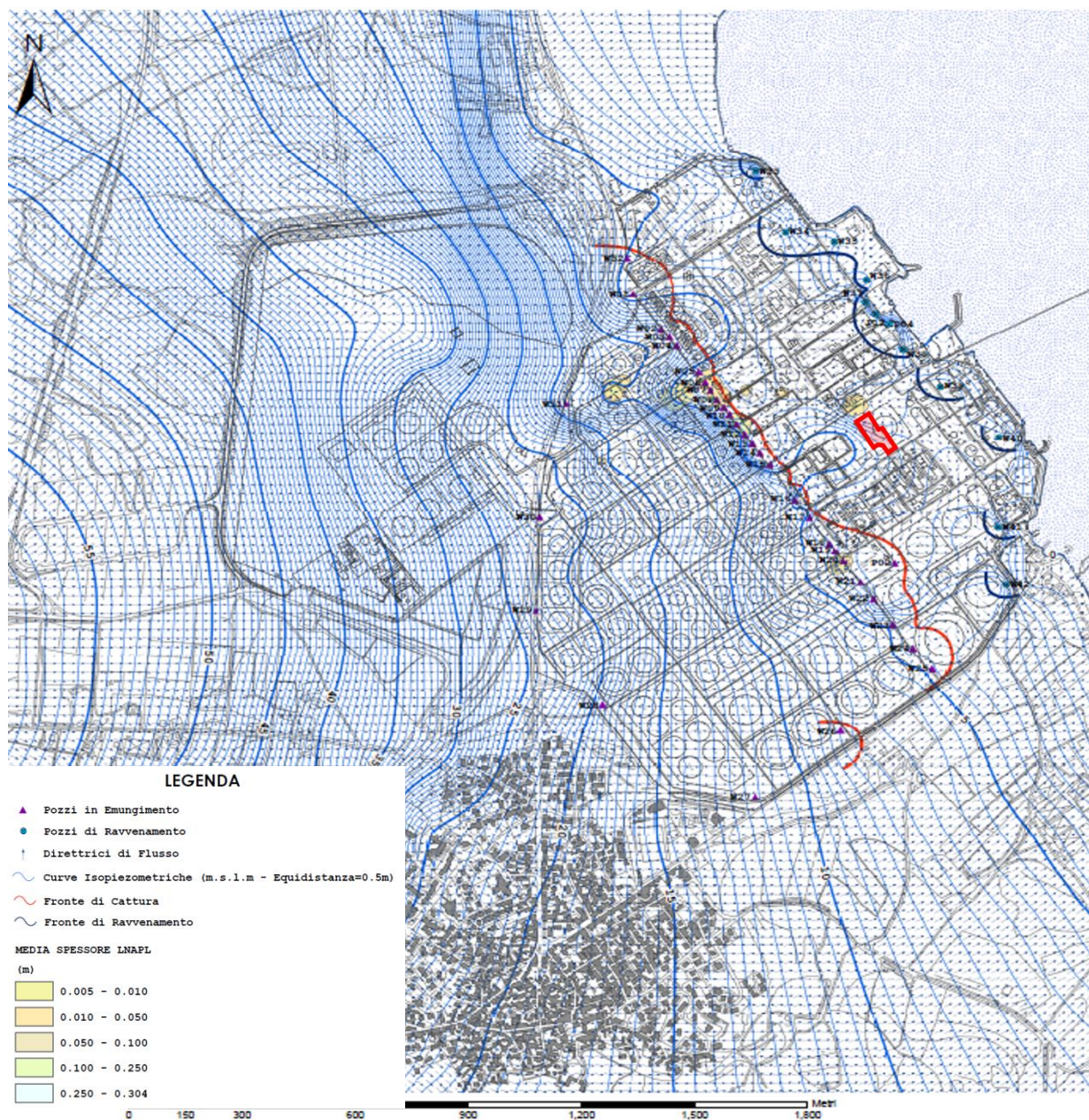


Figura 33 – Distribuzione NAPL (dic. 2020) nella falda del sito Sarlux – Impianti SUD (Fonte Sarlux, “Piano di monitoraggio e controllo - Report annuale, anno 2020”)– Individuazione dell’area di progetto (area in rosso)

D.3.4 Vegetazione e flora

D.3.4.1 Inquadramento geobotanico del territorio

Nell'analizzare la componente floristico-vegetale delle aree su cui ricade l'intervento, si ritiene opportuno fornire, innanzitutto, un inquadramento geobotanico dell'area vasta secondo i criteri della fitosociologia dinamica o sinfitosociologia. Tale approccio consiste nell'analisi integrata dei fattori ambientali abiotici (clima, litologia, geomorfologia, suolo, etc.) e della componente botanica. L'unità di base della sinfitosociologia è il sigmeto o serie di vegetazione, definita da Poldini & Sburlino (2005) come l'insieme di "tutte le associazioni legate da rapporti dinamici (sia di tipo regressivo che evolutivo) che si rinvergono all'interno di una tessella o unità ambientale". Il primo termine indica "una porzione di territorio ecologicamente omogenea capace di sostenere una determinata tipologia di vegetazione stabile o climax" (Rivas-Martínez, 1976), mentre il termine di "unità ambientale", che può essere considerato sinonimo di tessella, è stato proposto da Blasi et al. (2000) come elemento di base della gerarchizzazione del paesaggio.

Al fine di consentire un univoco sistema di individuazione e classificazione delle unità ambientali, la sinfitosociologia adotta i sistemi di classificazione proposti e perfezionati nel tempo da Rivas-Martínez e collaboratori, sia per quanto riguarda l'inquadramento bioclimatico (Rivas-Martínez, 1995; Rivas-Martínez et al., 1999; Rivas-Martínez & Rivas-Saenz, 1996-2009) che quello biogeografico (Ladero Alvarez et al., 1987; Rivas-Martínez et al., 2004).

Per quanto riguarda la caratterizzazione bioclimatica, la maggior parte del territorio sardo presenta un macrobioclima mediterraneo e bioclima pluvistagionale oceanico. L'area di studio, sulla base dei dati climatici della stazione di Pula, ricade nell'ambito del termotipo termomediterraneo superiore e ombrotipo secco inferiore (Bacchetta et al, 2006).

La Sardegna, secondo quanto proposto da Ladero Álvarez et al. (op. cit.), può essere inquadrata dal punto di vista biogeografico nell'ambito della Regione Mediterranea e, più precisamente, nella Subregione del Mediterraneo occidentale, Superprovincia Italo-Tirrenica, Provincia Sardo-Corsa. Una suddivisione della Subprovincia sarda in più settori, su base fisiografica e floristica, è stata proposta per gran parte del territorio sardo nelle schede di distretto del PFAR (Piano Forestale Ambientale Regionale).

Sulla base di tale inquadramento, la carta delle serie di vegetazione dello stesso PFAR, e la successiva carta delle serie della vegetazione della Sardegna (Bacchetta et al., 2009) hanno individuato, nel territorio che comprende l'abitato di Sarroch e le aree industriali più a nord, due unità ambientali, che si differenziano in funzione del substrato.

Nelle aree collinari o comunque con suoli poco evoluti, si è indicata la potenzialità per la "serie sarda, termomediterranea dell'olivastro" (in rosso in Figura 34), che ha come tappa matura le boscaglie termoxerofile dell'associazione *Asparagus albi-Oleetum sylvestris*. Le specie dominanti

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

sono *Olea europaea* var. *sylvestris* e *Pistacia lentiscus*, a cui si possono accompagnare *Euphorbia dendroides*, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis* e *Ceratonia siliqua*.

La prima tappa di sostituzione è rappresentata dalla macchia dell'associazione *Pistacio-Chamaeropetum humilis*, con *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis* e *Calicotome villosa*. L'ulteriore degrado della vegetazione porta allo sviluppo di garighe dei Rosmarinetea officinalis o, soprattutto in seguito ai ripetuti incendi, di cisteti dominati da *Cistus monspeliensis*, inquadrati nella classe *Cisto-Lavanduletea*.

Nella zona costiera a nord della “serie sarda, termomediterranea dell'olivastro” appena descritta, si riscontra il “geosigmeto mediterraneo occidentale edafoigrofilo e/o planiziale, eutrofico” (in blu in Figura 34), tipico delle aree ripariali e presente infatti nel resto della regione specialmente lungo il corso del Rio Cixerri. Questo geosigmeto è osservabile in condizioni bioclimatiche di tipo mediterraneo pluvistagionale oceanico e temperato oceanico in variante submediterranea, con termotipi variabili dal termomediterraneo superiore al mesotemperato inferiore, su substrati di varia natura ma sempre caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille. Le acque presentano carbonati e nitrati; spesso si tratta di acque eutrofiche piuttosto ricche in materia organica. In generale, si tratta di formazioni localizzate e di estensione esigua, costituite da *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* ssp. *minor*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, *Salix* sp. pl. Presentano una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose, quali *Vitex agnus-castus*, *Nerium oleander* o *Sambucus nigra*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*.

Nelle aree pianeggianti, caratterizzate da suoli più profondi ed evoluti è stata invece indicata la potenzialità per la “serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera” (in arancione in Figura 34), che ha come tappa matura i boschi climatofili del *Galio scabri-Quercetum suberis*. Lo strato arboreo e quello arbustivo, oltre che da *Quercus suber* sono formati da *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* e *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. La prima tappa di sostituzione è rappresentata dalle macchie alte dell'*Erico arboreae-Arbutetum unedonis*, mentre le comunità di gariga che derivano da un ulteriore degrado rientrano nella tipologia dei cisteti calcifughi della classe *Cisto-Lavanduletea*.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

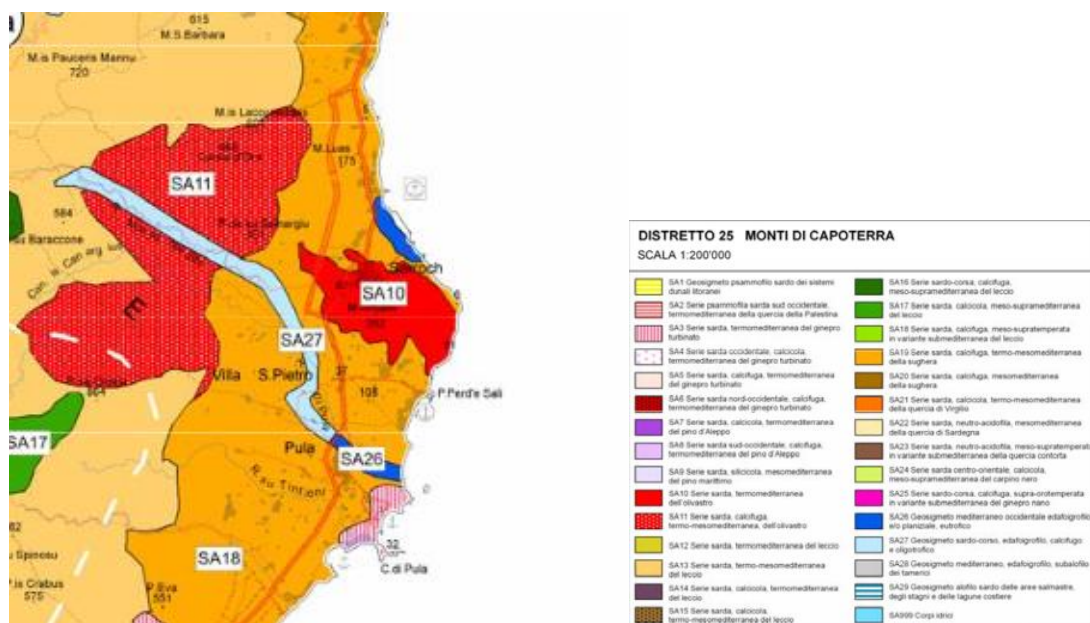


Figura 34 – Estratto della Carta delle serie di vegetazione. In rosso: serie sarda, termomediterranea dell'olivastro; in arancione: serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera; in blu: geosigmeto mediterraneo occidentale edafogrofilo e/o planiziale

D.3.4.2 Descrizione della vegetazione presente nel sito di intervento

Il sito individuato per la costruzione dell'impianto di produzione di idrogeno verde ricade interamente all'interno del sito Sarlux, così come descritto nel Quadro di riferimento programmatico (*Elaborato AM-RT10001*).

Come descritto all'interno del presente Quadro Ambientale nel paragrafo dedicato, l'area di intervento è stata soggetta a bonifica, in quanto sono stati riscontrati superamenti delle CSC per i terreni a carico del parametro Idrocarburi Pesanti ($C > 12$). Per il ripristino dell'area, la Saras SpA (ora Sarlux Srl) ha provveduto all'asportazione del terreno contaminato, secondo quanto previsto dal progetto condiviso e approvato dalle Autorità competenti, allo scopo di richiederne la sua restituzione per la realizzazione e svolgimento di nuove attività. In seguito alle attività di scavo, le ultime analisi effettuate da Sarlux nel 2020 presso il laboratorio di parte (Sartec S.r.l.) hanno mostrato come su tutti i campioni prelevati dalle pareti dello scavo e dai cumuli sia stata riscontrata conformità delle CSC della Tabella 1, Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo Quinto, Parte IV del D. Lgs. 152/2006 "*Siti ad uso Industriale e Commerciale*", mentre sul fondo è stato raggiunto il substrato andesitico roccioso, come riscontrato in campo in contraddittorio con ARPAS. La planimetria riportata di seguito (Figura 35), relativa all'area degli scavi, riporta le caratteristiche di questa in seguito alle attività di bonifiche svolte.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

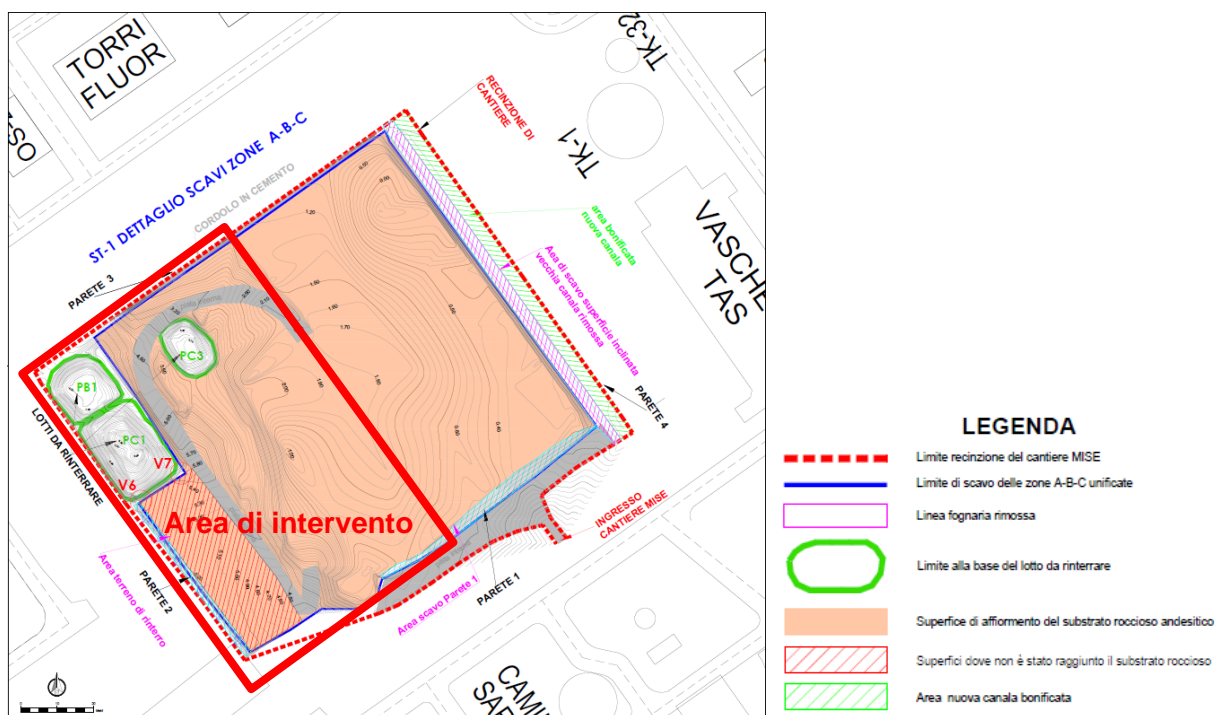


Figura 35 – Area ex serbatoio ST-1 allo stato attuale (Fonte Sarlux, “Attività di MISE Area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux-Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale -14/05/2020”) con indicazione approssimativa dell’area di intervento.

Come evidente dalla planimetria riportata e come confermato dalle analisi svolte, l’area d’intervento coincide con la superficie di affioramento del substrato roccioso andesitico. Sulla base di tali evidenze pertanto, non si riporta la presenza di vegetazione nell’area oggetto dell’intervento, se non in formazioni basse e diradate e di tipo spontaneo, come visibile nell’immagine di seguito (Figura 36), che è parte della documentazione fotografica allegata alla Relazione paesaggistica (*Elaborato AM-RT10007*).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 36 – Foto dell'area oggetto dell'intervento.

D.3.5 Fauna

D.3.5.1 Premessa generale

In questo paragrafo verranno illustrate le caratteristiche dell'ecosistema e del profilo faunistico nell'area di interesse.

La maggior parte delle informazioni riportate si basano su quanto riportato nelle Carte delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna, che illustrano la distribuzione storica e attuale delle varie classi faunistiche su tutto il territorio dell'isola, mediante riferimenti bibliografici e censimenti sul campo.

Ulteriori informazioni derivano dai portali web realizzati da Regione Sardegna e dedicate al tema.

In relazione al territorio considerato per le valutazioni di seguito, si ricorda che l'area di progetto per la realizzazione dell'impianto H2 Green è del tutto inglobata nell'ambito di pertinenza della raffineria Sarlux, in particolare nella zona Impianti Sud, nell'area dell'ex serbatoio ST-1: pertanto, nella descrizione degli ecosistemi e del profilo faunistico si farà riferimento alle aree immediatamente contermini al sito Sarlux e/o in generale alla regione immediatamente più vicina in cui è stata rilevata la specie animale d'interesse.

A valle della ricostruzione della prevedibile composizione faunistica, si è proceduto ad analizzare le problematiche attinenti alla compatibilità del progetto in rapporto al profilo faunistico del territorio di interesse, sia relativamente alla fase di cantiere che di esercizio, individuando e stimando gli impatti negativi potenziali sulla componente ambientale e suggerendo le eventuali misure di mitigazione più opportune.

Le specie oggetto di indagine appartengono ai quattro principali gruppi sistematici dei Vertebrati terrestri, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi; la scelta di tali gruppi faunistici rispetto ad altri gruppi di vertebrati o di invertebrati, è stata determinata esclusivamente sulla base della potenziale presenza di alcune specie in relazione alle caratteristiche del territorio, ed anche per la loro maggiore sensibilità alla presenza dell'uomo, oltreché in funzione delle specifiche tecniche costruttive e di esercizio dell'impianto H2 Green e della rete viaria di servizio in progetto.

D.3.5.2 Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica

L'area individuata per l'installazione dell'impianto di produzione di idrogeno non ricade all'interno di nessuna tipologia di area protetta individuata dalle normative comunitarie, nazionali e regionali (Figura 37).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

In particolare, come già riportato nel Quadro di riferimento programmatico (*Elaborato AM-RT10001*), i più vicini SIC si riferiscono alla “Foresta di Monte Arcosu”, al “Capo di Pula” e allo “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla”, distanti rispettivamente circa 5 km, 8 km e 10 km dalle aree d'intervento. Non s'individua alcuna sovrapposizione dell'ambito territoriale di interesse con Zone di Protezione Speciale (ZPS); le più vicine sono “Stagno di Cagliari” e “Foresta di Monte Arcosu”, che distano rispettivamente 8,6 e 12 km dall'area di intervento.

L'area di progetto non ricade, inoltre, all'interno di Aree IBA; le più prossime si riferiscono all'IBA “Stagni di Cagliari” e l'IBA “Monte Arcosu”, i cui confini distano rispettivamente circa 12 e 8 km dagli interventi previsti.

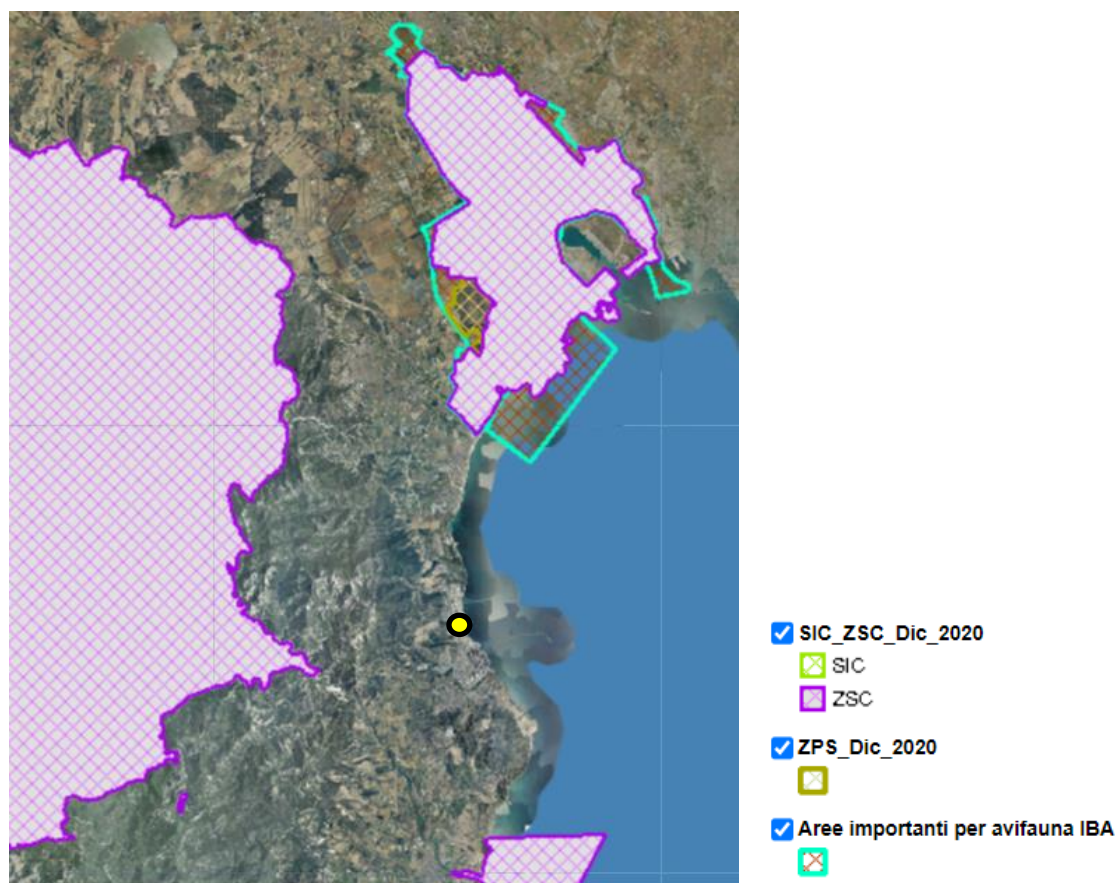


Figura 37 – Perimetrazione aree SIC, ZSC, ZPS e IBA presenti nell'area vasta. L'area di progetto approssimativa è indicata in giallo.

L'area di intervento non ricade all'interno di zone protette secondo le tipologie richiamate dalla L.R. 31/89. A 3,4 km in direzione ovest dalle opere in progetto è presente il Parco Naturale del Sulcis, uno dei parchi regionali indicati dalla L.R. 31/89, ma non ancora ufficialmente istituito in quanto non ancora costituito l'ente di competenza. Ricadono nel territorio del futuro Parco Regionale del Sulcis la foresta demaniale di *Gutturu Mannu*, compresa nei territori di Assemini e Capoterra, parte dell'entroterra verde e montuoso della costa ovest della Provincia di Cagliari, la

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Foresta di *Monte Arcosu* e l'Oasi permanente di protezione faunistica “*Gutturu Mannu – Monte Arcosu*” (Figura 38).

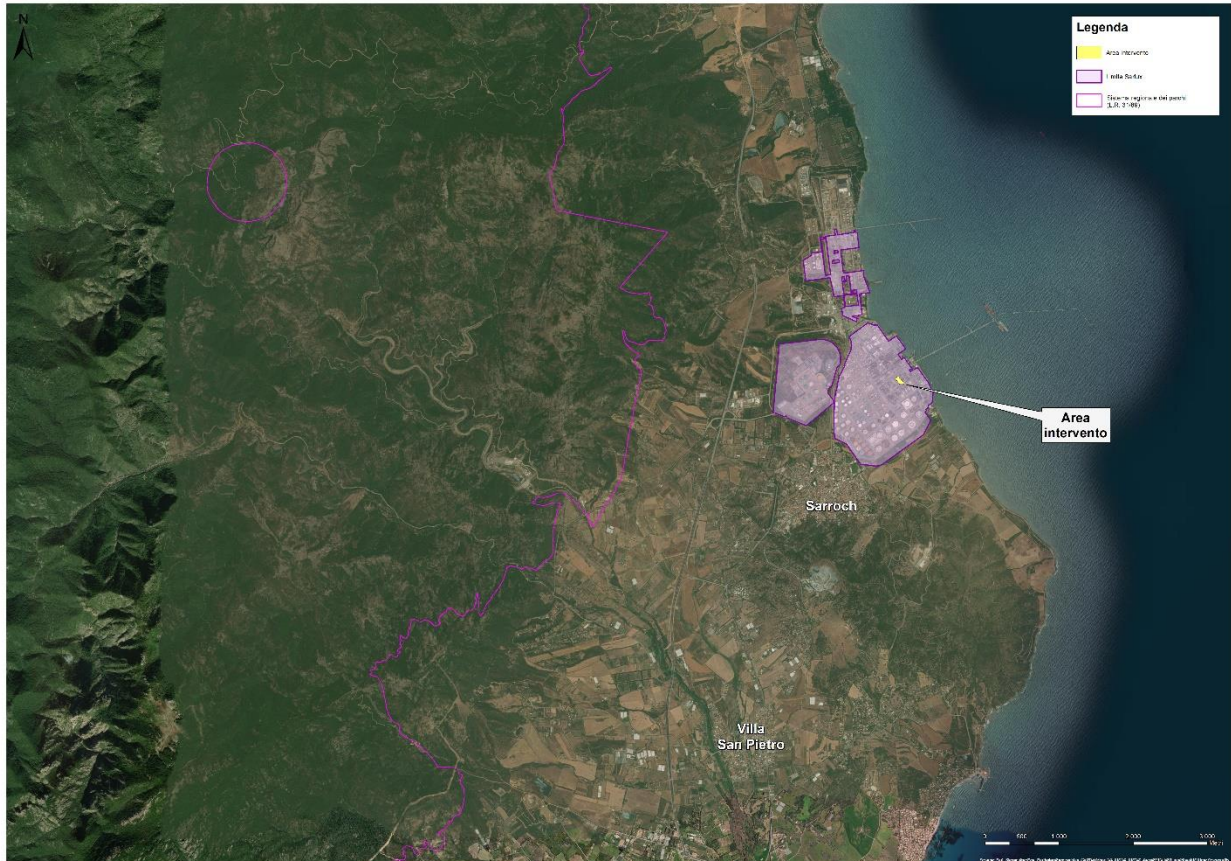


Figura 38 – Perimetrazione del Sistema regionale dei Parchi e indicazione dell'area di progetto (in giallo).

Le aree di progetto non insistono su Oasi Permanenti di Protezione Faunistica istituite ai sensi della Legge Regionale 23/98; le più vicine, denominate “*Is Cannoneris*”, “*Monte Arcosu*”, “*Santa Gilla*” e “*Is Olias*”, distano rispettivamente circa 4, 7, 8 e 11 km dalle opere previste (Figura 39).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 39 – Perimetrazione delle oasi permanenti di protezione faunistica e area di intervento (in giallo).

D.3.5.3 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame

D.3.5.3.1 Aspetti generali

Come visto nei paragrafi precedenti, l'area di progetto ricade interamente nell'ambito di pertinenza della Raffineria Sarlux e non ricade in aree sottoposte a tutela naturalistica. Nel presente paragrafo si procederà dunque a descrivere il profilo faunistico delle aree circostanti, in quanto potenzialmente soggette ad impatti associati al progetto data la loro vicinanza.

Le informazioni riportate derivano da quanto presente nella Carta delle vocazioni faunistiche e nei portali web della Regione Sardegna dedicati al tema.

D.3.5.3.2 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area di indagine

D.3.5.3.2.1 Classe uccelli

L'ultimo censimento IWC sugli uccelli acquatici svernanti è stato svolto tra il 7 e il 25 gennaio del 2011. Nel corso del censimento nella Laguna di Santa Gilla e nelle Saline di Macchiareddu, rispettivamente a 10 e 8 km dall'area di progetto, sono stati osservati rispettivamente 8.835 e

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

11.274 individui, appartenenti a 48 specie diverse nel caso di Santa Gilla e a 36 specie differenti nel caso delle Saline.

In particolare, le specie maggiormente osservate sono state: il Cormorano (*Phalacrocorax carbo*), il Fenicottero (*Phoenicopterus roseus*), la Volpoca (*Tadorna tadorna*), l'Alzavola (*Anas crecca*), la Folaga (*Fulica atra*), il Piviere dorato (*Pluvialis apricaria*), la Pavoncella (*Vanellus vanellus*), il Piovanello pancianera (*Calidris alpina*), il Gabbiano roseo (*Larus genei*) e il Gabbiano Reale (*Larus michahellis*).

Per ognuna delle specie citate è stata valutata l'urgenza dell'azione di conservazione sulla base del grado di minaccia in relazione alle categorie assegnate per ognuna delle specie rilevabili dal Libro Rosso IUCN secondo lo schema proposto nella Figura 40.

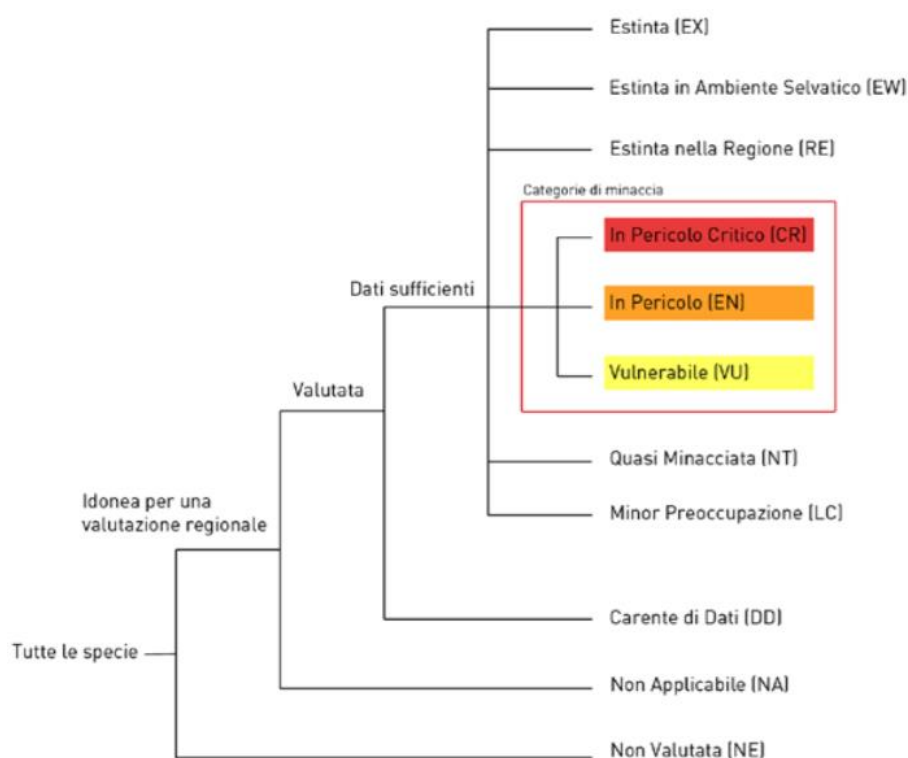


Figura 40 – Categoria di minaccia IUCN

A livello nazionale, lo stato di minaccia delle specie riscontrate è evidenziato dalle categorie evidenziate secondo la Lista Rossa 2013 degli uccelli nidificanti in Italia, che adotta le medesime categorie della precedente lista rossa IUCN. Le specie incluse nella direttiva 79/409/CEE (oggi 147/2009) e successive modifiche, sono suddivise in vari allegati. Nell'allegato 1 sono comprese le specie soggette a speciali misure di conservazione dei loro

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

habitat per assicurare la loro sopravvivenza e conservazione; le specie degli allegati 2 e 3 possono essere cacciate secondo le leggi degli Stati interessati.

Le specie sopra citate, individuate dall'ultimo censimento, ricadono tutte nella categoria *LC – Minor preoccupazione*, ad eccezione della Volpoca che è classificata come *VU – Vulnerabile* e l'Alzavola che è classificata come *EN – In pericolo*.

Inoltre anche la L.R. 23/98, che contiene le norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna, prevede un allegato nel quale sono indicati un elenco delle specie di fauna selvatica particolarmente protetta per le quali la Regione Sardegna adotta provvedimenti prioritari atti ad istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat.

Rispetto a questa classificazione, tra le specie sopra elencate rientrano il Cormorano, la Volpoca, Alzavola, la Folaga, il Piviere dorato, la Pavoncella e il Gabbiano roseo.

D.3.5.3.2.2 Classe mammiferi

Per la descrizione del profilo faunistico della classe dei mammiferi, si farà riferimento a quanto riportato nelle Carte delle vocazioni faunistiche per gli ungolati e per la fauna stanziale e a quanto riportato nei portali web della Regione Sardegna dedicati al tema per le altre specie analizzate.

L'ultimo aggiornamento dello studio in merito alla popolazione di ungolati nella Regione Sardegna risale al 2012: in particolare, nel presente paragrafo verranno riportati i risultati delle indagini effettuate nella foresta demaniale "Monte nieddu", in quanto area di ricerca tra le più prossime a quella interessata dal progetto di realizzazione dell'impianto di produzione H2 green.

Le specie di ungolati indagate nella regione del Sulcis sono state il cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*), il daino (*Dama dama*) e il cinghiale (*Sus scrofa*).

La distribuzione del cervo sardo alla metà del XIX secolo si estendeva praticamente su tutti i complessi forestali dell'Isola. Già nei primi decenni del secolo scorso la situazione si è però notevolmente deteriorata, probabilmente in risposta all'enorme contrazione delle aree boscate dovuta allo sfruttamento indiscriminato di questa risorsa. Nel momento di maggiore contrazione della presenza di questa specie sul territorio sardo erano rimaste tre sole aree, localizzate nel Sulcis, nel Sarrabus e nella zona di Arbus. Nel corso di un secolo e mezzo dunque il cervo sardo era presente su meno del 10% dell'areale originario (Figura 41).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

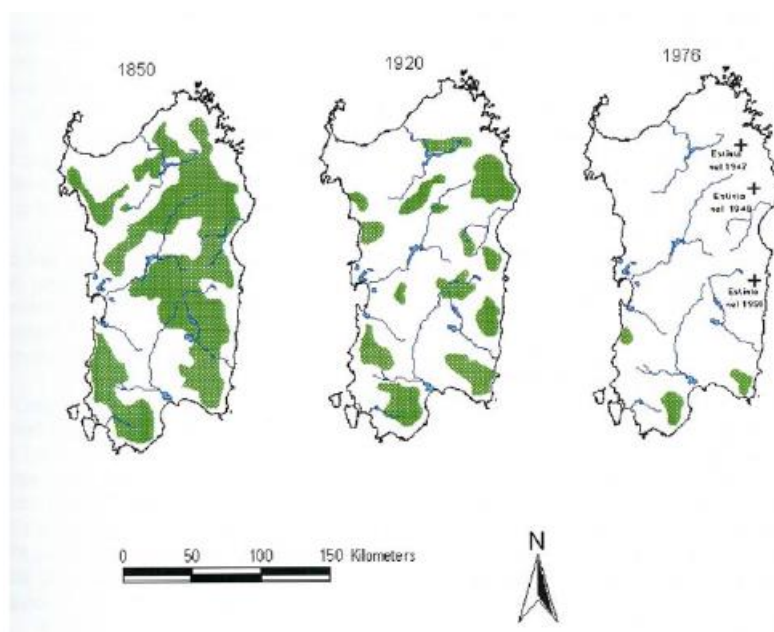


Figura 41 – Contrazione della presenza del cervo in Sardegna.

Nel 2012, in occasione dell'aggiornamento della Carta delle vocazioni faunistiche, per ottenere la distribuzione attuale del cervo sardo ed individuare le variazioni distributive della specie sul territorio regionale, in relazione a quanto ottenuto nel 2005, sono stati realizzati sopralluoghi mirati, da una lato per valutare le possibili espansioni dell'areale di distribuzione storico del cervo sardo (Sulcis, Sarrabus e Arburese) e dall'altro per determinare la reale presenza nelle aree di recente reintroduzione (F.D. Monte Lerno a Pattada, F.D. Montimannu e Marganai a Villacidro, F.D. Montarbu e Ulassai in Ogliastra, F.D. Monte Genis a Villasalto). In Figura 42 sono mostrati gli areali di distribuzione del cervo sardo rilevati nel 2012.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

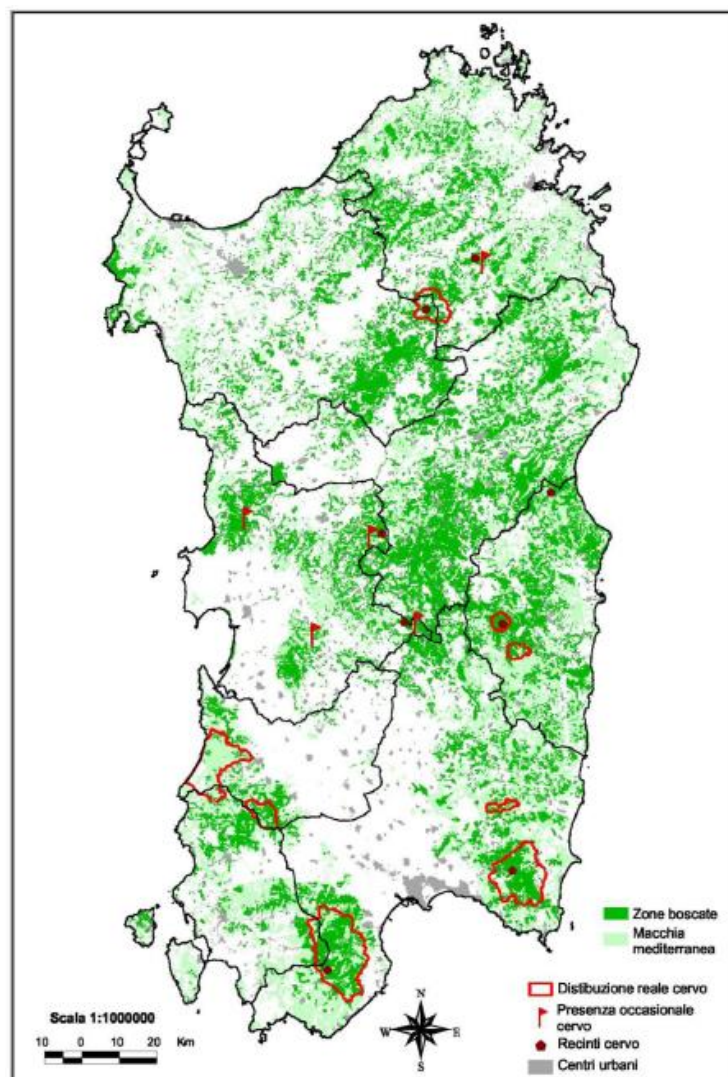


Figura 42 – Areali di distribuzione del cervo sardo (2012).

Esistono poi alcune aree dove, a causa della fuoriuscita, più o meno fortuita di capi da recinti in cui la specie è tenuta in cattività, si sono creati dei contesti in cui pochi individui sono presenti in libertà nelle immediate vicinanze dei recinti stessi e sono quindi caratterizzati da basse densità. Caratteristica comune delle aree occupate dalla popolazione originaria è una notevole copertura arborea (come nel caso degli estesi corpi di bosco del Sulcis e del Sarrabus) o arbustiva come nel caso dell'area di Arbus.

Per quanto riguarda il daino, invece, la distribuzione pregressa era estremamente ampia: Cetti (1774) e Cornalia (1876) indicavano chiaramente come questo ungulato fosse praticamente ubiquitario sull'Isola e ben più diffuso del cervo sardo.

Nel 1911 però Ghigi riferiva che la specie era in forte diminuzione con tendenza a sparire a causa della caccia spietata cui era sottoposto. Questo autore forniva indicazioni sulla distribuzione relitta del daino in Sardegna che su base comunale si presenta come rappresentato nella Figura 43. In sostanza sembra che il daino fosse sopravvissuto solo

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

nell'area del Margine - Goceano, nelle circostanze del Monte Arci nell'oristanese, e nei complessi forestali meridionali dell'Isola, vale a dire nel Sulcis-Iglesiente e nel Sarrabus. L'ultimo rifugio dove questa specie è riuscita a sopravvivere sino agli anni '60 del secolo scorso è stato proprio il cagliaritano, e precisamente in due zone: quella di Capoterra (dove la presenza veniva ritenuta meno sicura) e quella di Castiadias dove pare la specie si sia estinta nel 1968 (Schenk 1968).

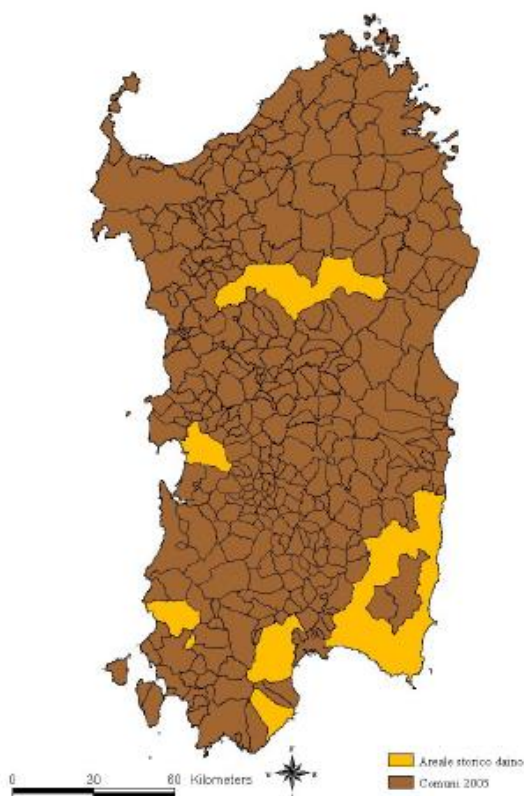


Figura 43 – Distribuzione storica degli areali di daino in Sardegna (in giallo) rispetto ai comuni esistenti nel 2005 (in marrone).

È da sottolineare che questa specie è stata completamente sterminata in Sardegna presumibilmente alla fine degli anni '60 e che la distribuzione attuale, analogamente a quanto accade nel resto d'Italia è il prodotto di operazioni di (re)introduzione svolte in tempi diversi. In particolare la specie è presente nell'area di Porto Conte presso Capo Caccia (Alghero), nell'area di Neoneli, in quella del Sulcis (Pula), nell'area di Littos (Bitti ed Alà dei Sardi), in quella di Montarbu di Seui ed infine a Capo Frasca (Arbus).

Così come per il cervo sardo, nel 2012 la distribuzione del daino è stata determinata analizzando l'areale distributivo ottenuto nel 2005 ed effettuando sopralluoghi accurati in aree dove era stata segnalata la presenza della specie. L'areale distributivo della specie, rispetto a quanto emerso nella precedente rilevazione del 2005, è risultato avere avuto un buon incremento soprattutto nel Sulcis, a Porto Conte ed a Neoneli. Nelle altre aree tale incremento

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

non viene registrato e le basse densità presenti rendono difficoltoso evidenziare espansioni di dette popolazioni mediante l'osservazione diretta degli individui o il rilevamento dei segni di presenza (Figura 44).

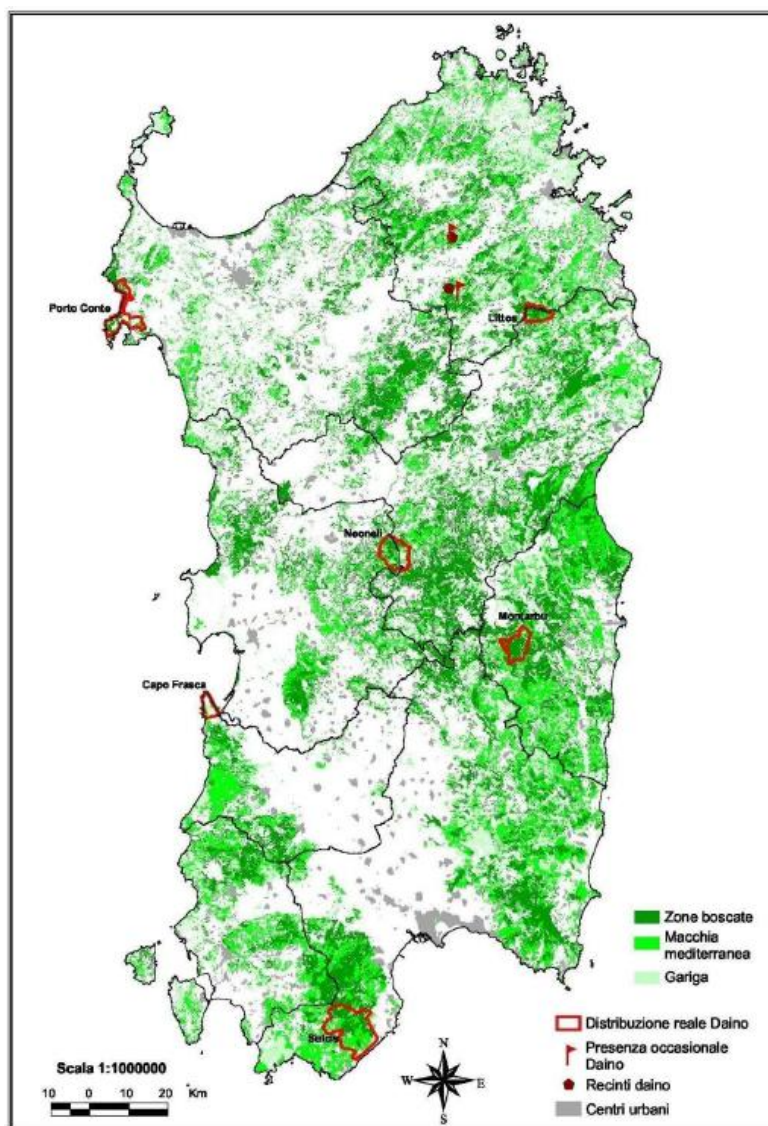


Figura 44 – Areali di distribuzione del daino (2012).

Gli ambienti che caratterizzano le aree di presenza della specie sono quanto mai eterogenee: si va dalle aree costiere con rimboschimenti, macchia bassa e gariga ad aree forestali. In realtà sembra che l'originale ambiente preferenzialmente occupato dalla specie (boschi aperti con pascoli) non sia rappresentato.

Il cinghiale, essendo una specie problematica, necessita di pratiche gestionali che determinino l'acquisizione e la conoscenza di informazioni di base realmente distribuite su tutto il territorio considerato e che rispecchino i diversi contesti ambientali che lo caratterizzano.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per questa specie, ampiamente diffusa e quasi ubiquitaria, risulta difficile determinare i confini dell'areale di distribuzione in virtù anche dell'elevata plasticità ecologica che le consente di colonizzare ambienti nuovi ed eterogenei in tempi brevi. Pertanto, i dati riportati all'interno della Carta delle vocazioni faunistiche aggiornata al 2012 derivano dalla scelta di determinare la presenza della specie a livello comunale.

Per raggiungere tale obiettivo, sono state analizzate le indagini faunistiche relative alle autogestite presenti sul territorio regionale, sono stati compiuti sopralluoghi in diverse aree del territorio e sono state svolte interviste a livello comunale al fine di completare ed integrare la raccolta dei dati riferiti alle Autogestite.

La distribuzione pregressa del cinghiale in Sardegna rispetto alla situazione attuale non sembra molto dissimile. Infatti la lista di comuni ed aree che risultavano occupate dalla specie ad inizio secolo comprende quasi tutta la Sardegna (Ghigi 1911). La restituzione cartografica della distribuzione riferibile al 1950 (Ghigi 1950), sia pure nella sua evidente approssimazione, ricorda sia quella individuata nel 2005, sia quella individuata nel 2012, che risulta leggermente incrementata nel numero di comuni con la presenza della specie. Come per il 2005 la specie risulta assente soltanto in alcune aree del Campidano. Sembra quindi che l'evoluzione della situazione distributiva del cinghiale in Sardegna sia stata piuttosto differente da quella registrata nella penisola. Infatti, mentre in quest'ultima, il suide risultava fortemente ridotto nella sua distribuzione ad inizio del XX secolo, e solo successivamente, in gran parte grazie all'azione dell'uomo, ha riconquistato gran parte del suo areale distributivo, in Sardegna la sua distribuzione si è mantenuta stabile nel tempo.

Questa specie si è confermata pressoché ubiquitaria in Sardegna con l'eccezione di limitate aree del Campidano, della Marmilla, delle Trexenta e dell'Isola di San Pietro (Figura 45).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

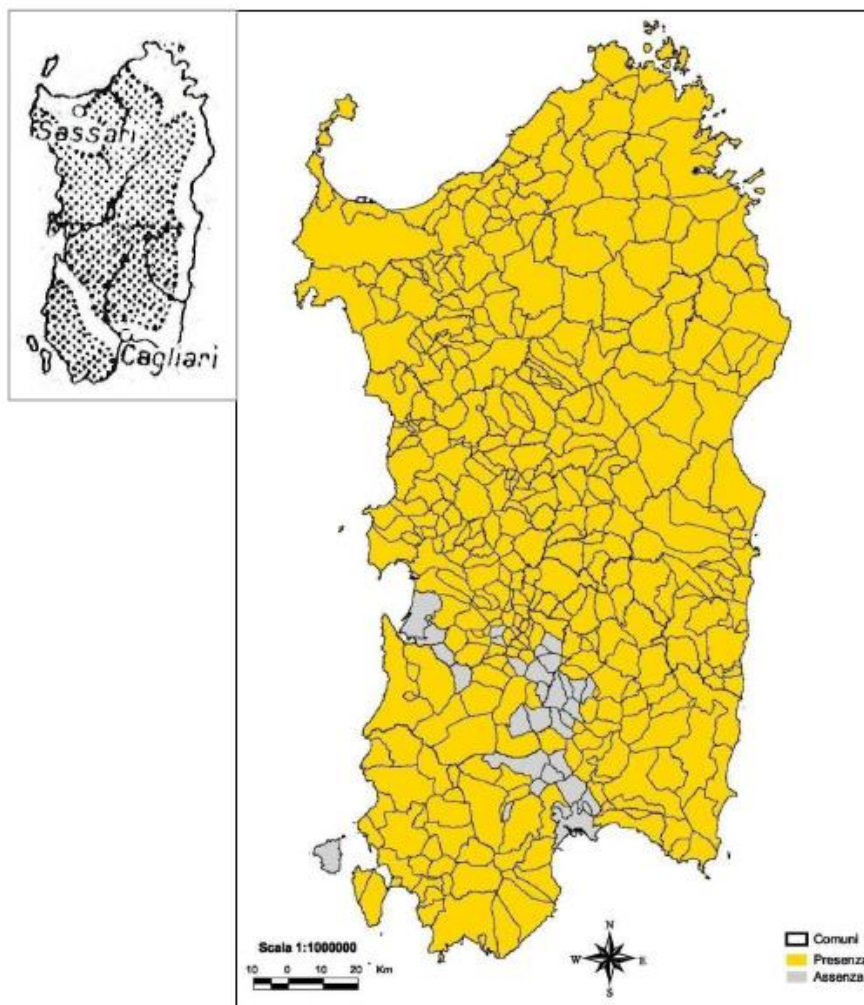


Figura 45 – Distribuzione del cinghiale in Sardegna dal 1911 (Ghigi) al 2012.

Elementi comuni delle aree nelle quali la specie risulta assente sono la scarsità/assenza di corpi di bosco, l'assenza di rilievi degni di nota, una densità abitativa relativamente alta, una rilevante attività agricola rivolta soprattutto alle colture cerealicole ed ai vigneti. Di contro la specie si è dimostrata in grado di occupare praticamente quasi ogni altra tipologia ambientale e può essere interessante notare come in molti casi anche in assenza di una reale copertura boschiva il cinghiale si sia adattato a vivere in ambiti caratterizzati da macchia bassa a diversi livelli di degrado ed in paesaggi dove le superfici coltivate si alternavano agli incolti o a pascoli scarsamente alberati.

Rispetto alle specie di ungolati sopra citate, nel 2012, solo per il cervo sardo è stato effettuato il censimento degli individui nel Sulcis, regione di maggiore interesse tra quelle in cui si rilevano queste categorie faunistiche, in quanto più prossima all'area interessata dal progetto (Figura 46).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

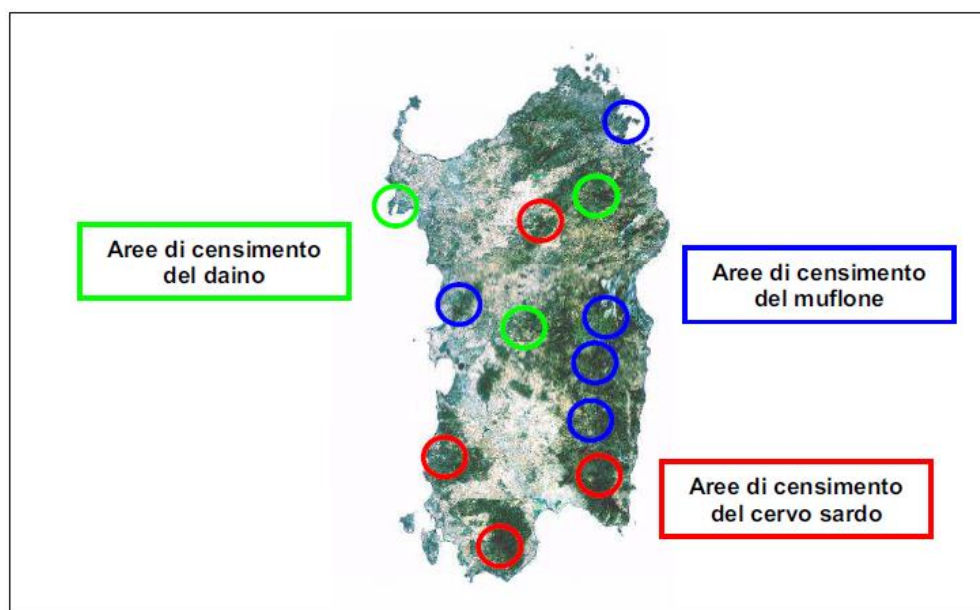


Figura 46 – Aree di censimento del daino, del muflone e del cervo sardo.

Dal censimento del cervo sardo svolto nel 2012, è risultato che la consistenza di capi nella regione del Sulcis era pari a 295, con una densità di 15,3 capi/km².

La Carta delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna riserva inoltre una sezione allo studio della distribuzione della fauna stanziale, cioè la pernice sarda, la lepre sarda e coniglio selvatico, con ultimo aggiornamento al 2010.

L'areale di distribuzione della Pernice sarda risulta sostanzialmente uniforme in tutta la Regione. La presenza della specie, infatti, nel 2010 viene rilevata in 299 comuni implementando la sua presenza in altri 37 comuni rispetto alla situazione presentata nel 2005, presentando quindi un areale di 19.533 kmq pari all'81,1% della superficie regionale. La Pernice sarda continua a risultare presente e abbondante in diverse realtà dell'isola confermando il Sulcis-Iglesiente, la Marmilla, il Mandrolisai, il Sarcidano, l'Ogliastra e l'altopiano di Campeda fino alla Nurra come i territori ancora idonei alla specie. (Figura 47 – Distribuzione della pernice sarda (2009).).

In provincia di Cagliari le densità maggiori vengono registrate nel settore settentrionale; in particolare nei comuni di Mandas, Nurri, Esterzili, Isili e Sadali dove si annotano densità comprese tra i 12 e i 30 individui per kmq e nel settore orientale con i comuni di Uta e Siliqua al confine con la provincia di Carbonia-Iglesias.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

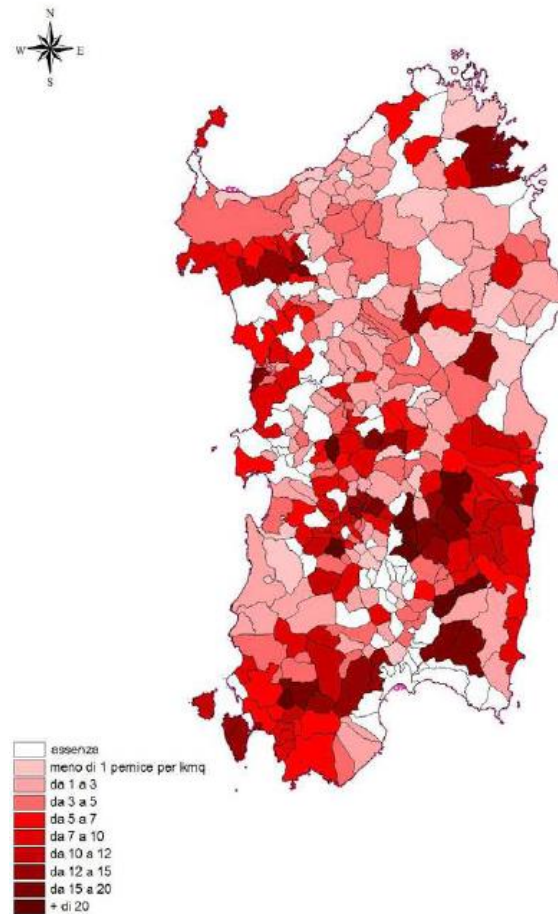


Figura 47 – Distribuzione della pernice sarda (2009).

L'areale di distribuzione della Lepre sarda è da considerarsi sostanzialmente uniforme in tutta la Regione. La specie è presente dalla pianura alla montagna, in tutti gli ambienti, ovviamente con diversi livelli di abbondanza e con l'eccezione dei centri abitati e delle zone industriali. Proprio in considerazione delle sue consistenze basse, a livello regionale emergono immediatamente i territori in cui sono state registrate le abbondanze più elevate: isola dell'Asinara, comune di Tresnuraghes e comune di Oniferi.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

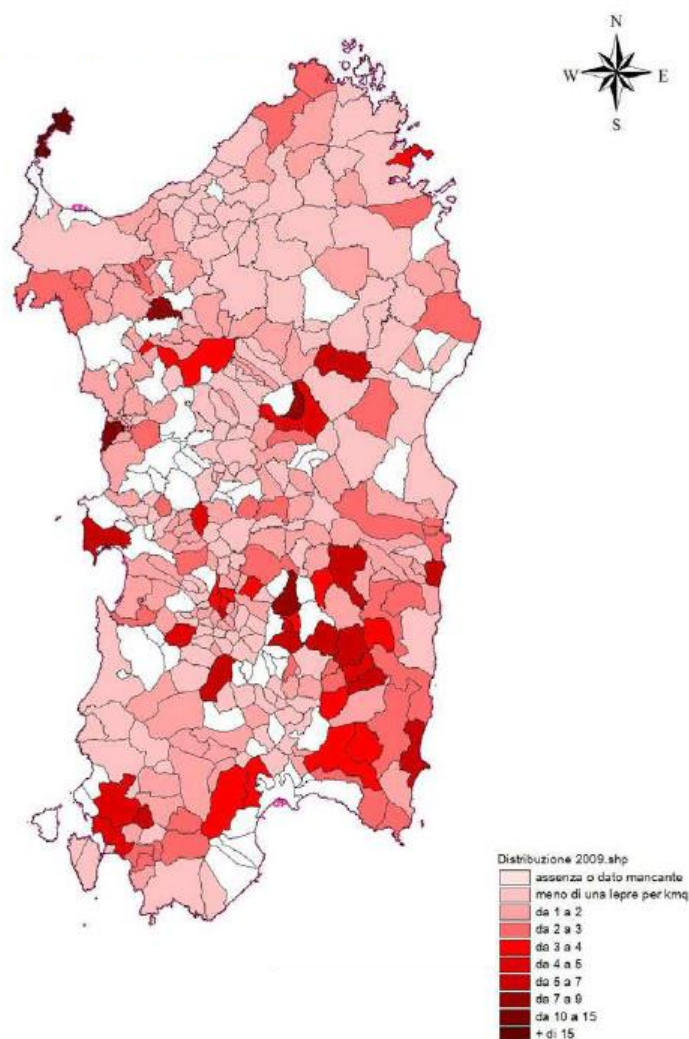


Figura 48 – Distribuzione della lepre sarda (2009).

Infine, per quanto riguarda il coniglio selvatico, storicamente la sua presenza era segnalata per la porzione meridionale della Sardegna e nella Nurra, tra Alghero e Porto Conte. Era molto diffuso nel Campidano, nell'Iglesiente e nell'Isola di San Pietro (Cetti, 1774); nel 2005, anno a cui risale lo studio per la stesura della Carta delle vocazioni faunistiche, la specie è distribuita quasi uniformemente su tutto il territorio regionale.

L'areale di distribuzione del Coniglio selvatico nella regione appare leggermente più ristretto rispetto a quello della lepre. La presenza della specie è stata registrata in 236 comuni, con un areale di 17.306 kmq, pari al 71,8% della superficie della Regione.

Le zone con livelli di popolazione più elevati appaiono concentrate in tre settori dell'isola: quello meridionale, comprendente soprattutto i territori comunali occidentali, quello centrale, che si sviluppa lungo l'asse Orosei-Cuglieri, e quello settentrionale ricadente nei comuni dell'entroterra della provincia di Sassari. Abbondanze scarse o assenza della specie sono state accertate nella porzione orientale dell'isola in particolare nell'Ogliastra (Figura 49).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

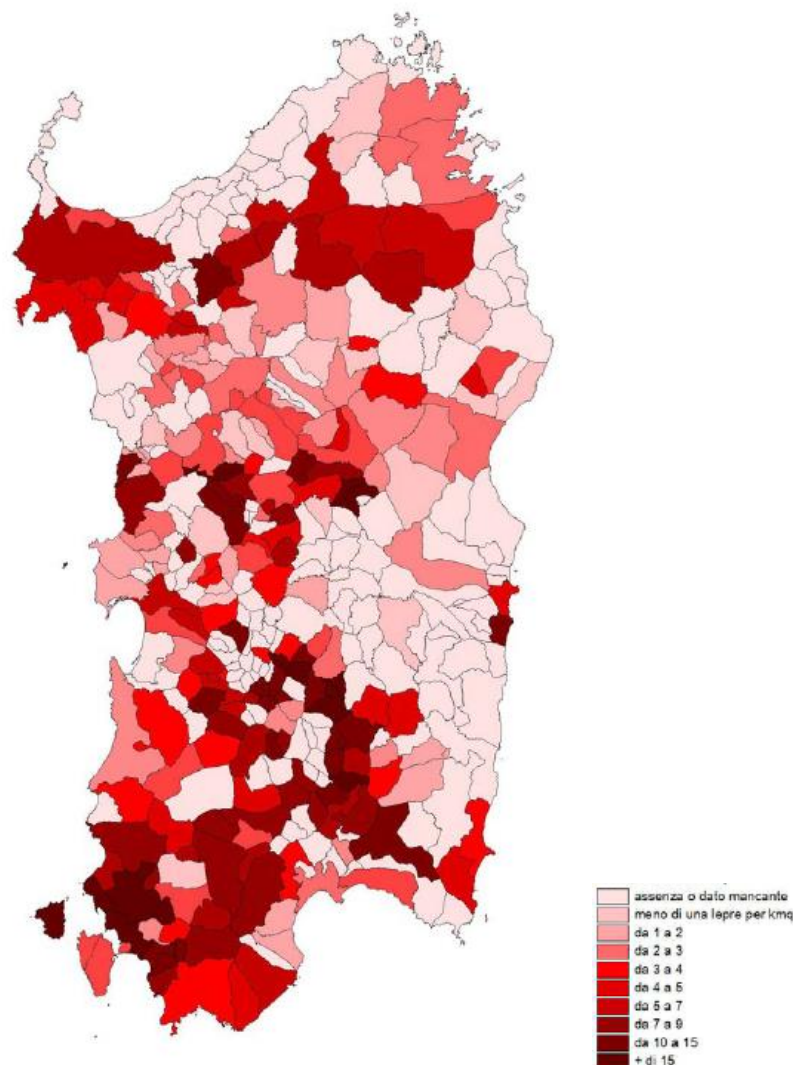


Figura 49 – Distribuzione del Coniglio selvatico (2005).

Tra gli altri mammiferi, il Riccio europeo è da ritenersi specie potenzialmente presente nelle aree in prossimità del sito Sarlux, soprattutto nei settori che comprendono le aree in cui è maggiormente diffusa la macchia mediterranea; densità più basse sono, al contrario, ipotizzabili nei restanti settori, a causa delle caratteristiche degli ambienti particolarmente omogenei ed in cui le aree rifugio sono limitate agli elementi vegetali spontanei con elementi arbustivi isolati.

Altra specie di mammifero verosimilmente presente nell'area è la Volpe Sarda. Quest'ultima è diffusa in tutta la Sardegna, frequenta le campagne in prossimità dei centri abitati ed i margini del bosco. Originariamente tipica di ambienti boschivi, attualmente è pressoché ubiquitaria e la si riscontra nella macchia mediterranea, nei pascoli e nelle zone aperte di campagna. Si tratta di una specie prevalentemente solitaria, crepuscolare – notturna. Costruisce o adatta tane di altri mammiferi, scavando nel terreno, tra le ceppaie o sotto le rocce.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Infine, altro gruppo di mammiferi di cui è necessario valutare la presenza nell'area di interesse è quello dei pipistrelli o chiroterti. Le popolazioni di pipistrelli della Sardegna presentano alcune peculiarità che le differenziano e le rendono di grande importanza in ambito nazionale ed europeo. La Sardegna ha quindi in questo settore zoologico una posizione di primo piano. La prima particolarità è data dalla presenza di un discreto numero di grandi colonie di pipistrelli troglodili, cioè quelli che trovano rifugio in ambienti sotterranei quali grotte, gallerie, miniere. Accanto a queste vi sono specie più ubiquitarie, distribuite su tutto il territorio sardo, e che quindi potrebbero essere riscontrate nell'area di interesse con una maggiore probabilità. Tra le specie più ampiamente diffuse in Sardegna ci sono il Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), il Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), il Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*) e il Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*). Sono presenti in qualsiasi ambiente, dalle aree boschive ai centri urbani, dal livello del mare alle zone più interne di montagna, sino a 1200 m di altitudine. Trovano rifugio soprattutto negli edifici, nelle fessure della roccia, buchi e fenditure negli alberi e talvolta all'ingresso di qualche cavità sotterranea. In particolare, il Pipistrello nano e il Pipistrello albolimbato hanno abitudini antropofile, preferendo quindi i contesti urbani ai quelli boschivi.

D.3.5.3.2.3 Classe rettili

Rispetto alla classe dei rettili, è verosimilmente possibile che nelle aree contermini a quella di progetto siano presenti le specie della lucertola campestre, della lucertola sarda e del biacco per le caratteristiche vegetazionali e per la tipologia di habitat richiesto da queste specie.

La lucertola campestre (*Podarcis sicula cettii*) è un probabile endemismo sardo della più diffusa *Podarcis sicula*, rispetto alla quale risulta leggermente più piccola. In quanto tale, è distribuita in tutti gli ambienti naturali della Sardegna comprese le isole minori di Maddalena, Caprera, Tavolara, Molara, S. Antioco, S. Pietro, Asinara. È caratteristica del piano basale, nelle aree assolate con vegetazione costiera e collinare, la si ritrova spesso lungo i campi ed i prati, sui bordi delle strade, nei muri a secco e nelle zone sabbiose vicino al mare; tende ad arrampicarsi meno delle altre lucertole presenti in Sardegna ed è capace di percorrere lunghe distanze per trovare riparo.

La lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta*) è un endemismo sardo corso, presente anche nelle piccole isole, la cui presenza viene fatta risalire alla prima fase del popolamento faunistico dell'Isola, il Miocene superiore. La specie è molto diffusa in Sardegna e si ritrova sia al livello del mare che a quote alte, fino ai 1800 m sul Gennargentu. Le sue abitudini la portano a preferire le zone pietrose aride nella macchia, i coltivi, i muri a secco, i bordi delle strade e dei campi.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Il biacco (*Hierophis viridiflavus*) è il serpente più comune in Sardegna ed è in grado di colonizzare vari ambienti. È per lo più terricolo, diurno e diffuso dal livello del mare fino a quote alte. Predilige le aree assolate e le radure, i coltivi e la macchia bassa; non è raro trovarlo nei pressi dei centri abitati e all'interno dei ruderi.

D.3.5.3.2.4 Classe anfibi

Per quanto riguarda le specie di anfibi si esclude la presenza di specie di notevole importanza conservazionistica quali tutti i geotritoni, del Tritone sardo e del Discoglosso sardo; ciò in quanto, come già esposto, sono assenti le condizioni ecosistemiche idonee a tali specie nell'area in esame. È ritenuta invece probabile la presenza del rospo smeraldino (*Bufo viridis*). Si tratta di una specie relativamente termofila, nonostante lo si possa trovare fino ai 1200 m di altitudine, predilige le zone costiere, favoriti anche dal fatto che è eurialino e può riprodursi anche in acque salmastre; frequenta sia gli ambienti umidi che quelli agricoli e la macchia mediterranea, ove vi siano pozze e acquitrini o corsi d'acqua; si possono incontrare comunque anche a notevoli distanze dall'acqua. È una specie non spiccatamente notturna, gli individui escono anche durante il giorno, in particolare durante le piogge.

D.3.6 Ecosistema

D.3.6.1 Premessa

L'ecosistema è l'unità funzionale di base in ecologia. Esso, infatti, include gli organismi e l'ambiente abiotico, le cui proprietà si influenzano reciprocamente e comunque entrambi sono necessari per mantenere la vita sulla terra. In altre parole, un ecosistema può essere definito come un sistema aperto in cui sia la materia che l'energia vengono scambiate con l'ambiente circostante.

La definizione più famosa di ecosistema è quella di Odum: *“Un sistema ecologico o ecosistema è una unità che include tutti gli organismi che vivono insieme (comunità biotica) in una data area, interagenti con l'ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porti ad una ben definita struttura biotica e ad una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all'interno del sistema (biosistema)”*.

Teoricamente l'ecosistema non ha confini, in quanto ogni elemento della biosfera ha relazioni con altri elementi che la circondano e tutto è interconnesso. Di fatto, per praticità di analisi e studio, si individuano e si delimitano “unità ecosistemiche” a cui sia riconosciuta una struttura ed un complesso di funzioni sufficientemente omogenee e specifiche (un bosco, un lago, un campo coltivato). Le unità ecosistemiche hanno diversi ordini di grandezza ed hanno un ruolo differente nelle dinamiche complessive dell'ambiente. Tali unità ecosistemiche reali non comprendono solo gli organismi viventi, ma anche i substrati (suolo o sedimenti) ed il complesso dei manufatti artificiali introdotti dall'uomo, nonché le azioni che l'uomo vi esercita.

La classificazione basata sull'energia distingue 4 classi fondamentali di ecosistemi:

- ecosistemi naturali alimentati dall'energia solare (oceano aperto, foreste montane);
- ecosistemi naturali alimentati da altre fonti energetiche oltre a quella solare (per esempio gli estuari che usufruiscono dell'energia sussidiaria delle maree, delle onde e delle correnti);
- ecosistemi antropizzati alimentati dall'energia solare (esempio agricoltura, acquacoltura in cui l'energia sussidiaria è fornita dall'uomo);
- sistemi urbani industrializzati alimentati da combustibili (fossili, organici o nucleari) in cui il combustibile sostituisce il sole come fonte principale di energia.

Questa classificazione è basata sulla qualità dell'ambiente d'entrata ed è complementare alla classificazione in biomi, basata sulla struttura interna degli ecosistemi.

L'area industriale di Sarroch, ed in particolare l'area d'intervento, data la sua limitata estensione e l'ubicazione nell'area di pertinenza della raffineria Sarlux, non ha al suo interno specifici e

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

definiti ecosistemi naturali ma possono essere individuati esclusivamente sistemi urbani industrializzati alimentati da combustibili e ecosistemi antropizzati.

Tuttavia, l'area complessiva rientra all'interno di ecosistemi funzionali più grandi, come definiti da Odum (1969), se si considera l'area vasta.

D.3.6.2 Ecosistemi area vasta

Dal punto di vista ecologico – funzionale si possono individuare diverse tipologie di ecosistemi (sensu Odum, 1969):

- Territori modellati artificialmente (habitat attribuibili agli ecosistemi urbani e industriali);
- Superficie agricole (agro ecosistemi);
- Zone aperte con vegetazione rada o assente;
- Zone umide.

Come evidente in Figura 50, estrapolata da SardegnaMappe e descritta più dettagliatamente nel Quadro di riferimento Programmatico (*Elaborato AM-RT10001*), l'area confinante con lo stabilimento industriale all'interno del quale sorgerà l'impianto di produzione di idrogeno, è caratterizzata dalla presenza di praterie e colture erbacee e arboree specializzate e l'area vasta da vegetazione a macchie e aree umide.

É dunque possibile concludere che all'interno dell'area vasta gli ecosistemi presenti rientrano nei sistemi urbani industrializzati alimentati da combustibili, negli agroecosistemi e nelle zone umide.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 50 – Estratto cartografico "Componenti ambientali" - SardegnaMappe

D.3.6.3 Verifica importanza ecosistemica dell'area di intervento progettuale dalla Carta della Natura della Sardegna

I tematismi estrapolati dalla Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano che l'area in esame ricade completamente all'interno di un inviluppo urbano, per questo non valutato ai fini del valore ecologico e della sensibilità ecologica. Dalla Carta della Natura si evince che le aree contermini presentano un Valore Ecologico – VE basso e molto basso. Aree a Valore Ecologico elevato si riscontrano a distanze maggiori dal sito di intervento (circa 3 km), al confine nord – ovest dell'inviluppo urbano e a sud, a ridosso del Comune di Sarroch. (Figura 51). L'attribuzione di questo valore discende dall'impiego di un set d'indicatori quali la presenza di aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, le componenti di biodiversità degli habitat (numero di specie floristiche e faunistiche) ed alcuni parametri attinenti all'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

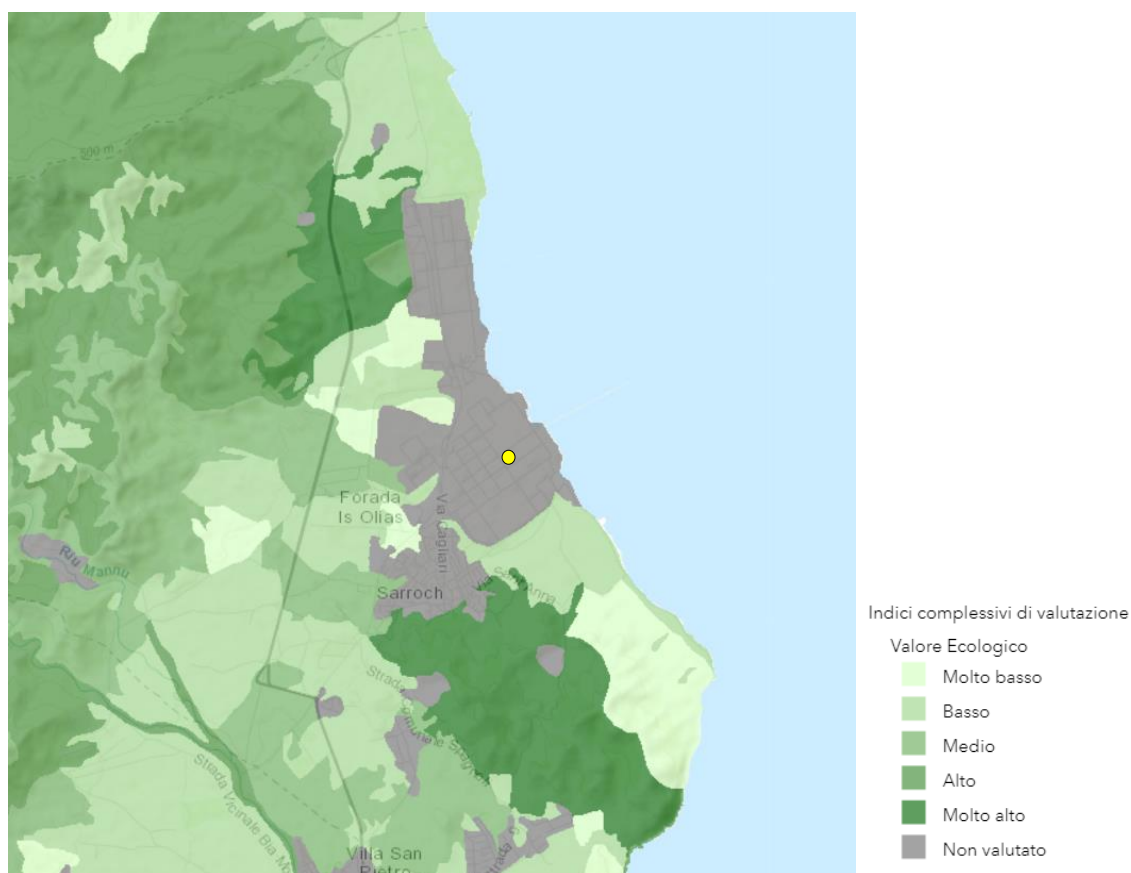


Figura 51 – Valore ecologico e indicazione approssimativa dell'area di intervento (in giallo).

Dalla stessa carta tematica è possibile estrapolare anche la Sensibilità Ecologica - SE (Figura 52), che indica invece quanto un biotopo sia soggetto al rischio di degrado. La valutazione tiene conto della presenza di specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione. Per questo parametro si possono trarre le medesime conclusioni del parametro VE: l'inviluppo urbano è infatti circondato da aree a Sensibilità Ecologica bassa o molto bassa e le uniche zone con sensibilità ecologica elevata risultano ad una distanza maggiore dal sito d'intervento, ossia sul confine nord – ovest dell'inviluppo urbano e a sud, a ridosso del Comune di Sarroch.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

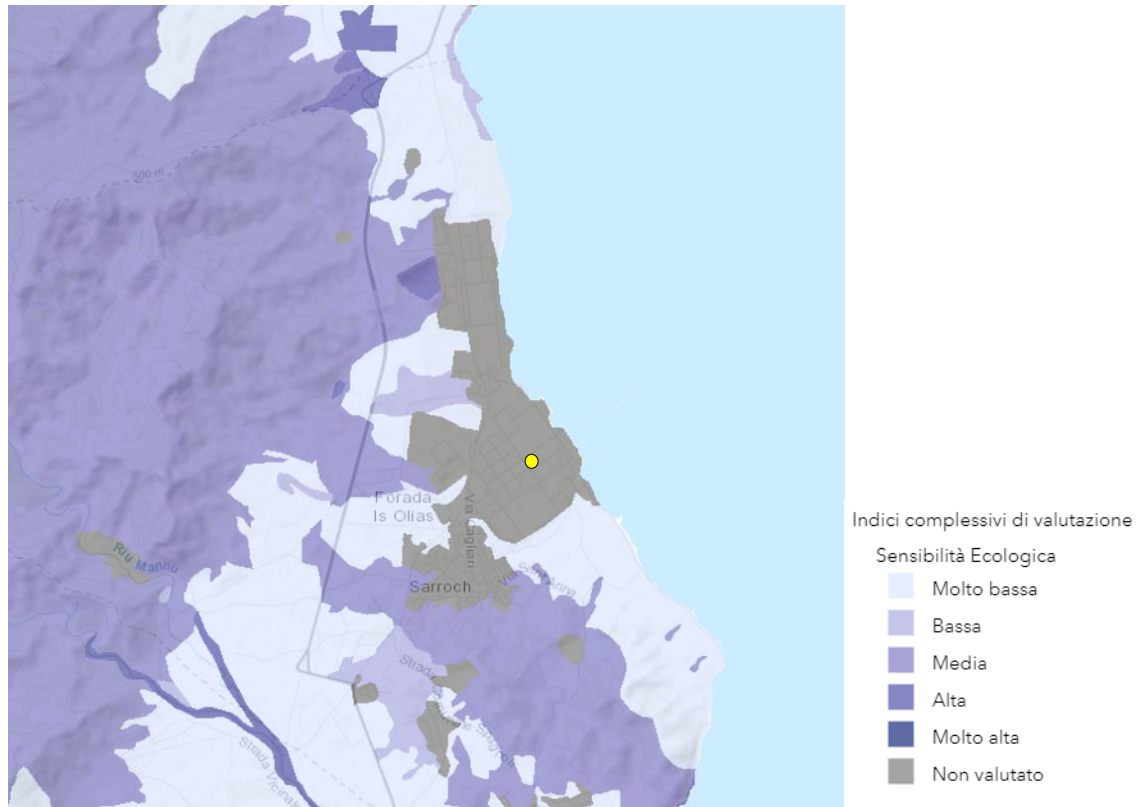


Figura 52 – Sensibilità ecologica e indicazione approssimativa dell'area di intervento (in rosso).

Come evidenziato dalla carte tematiche seguenti, il sito di intervento ricade in un'area che sotto il profilo ecosistemico risulta essere di scarsa rilevanza in quanto profondamente modificata a causa della destinazione d'uso spiccatamente industriale che da decenni contraddistingue una parte del territorio costiero del comune di Sarroch.

D.3.7 Paesaggio

D.3.7.1 Premessa

La definizione contenuta nell'art.1 della Convenzione Europea per il Paesaggio introduce un concetto dinamico e non assoluto di Paesaggio: “una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”.

Recentemente, anche in funzione del carattere unitario attribuito al paesaggio con l'art. 2 della Convenzione, si è affermato un altro concetto importante nel complesso delle possibili declinazioni del termine, riferito ai paesaggi “degradati”. Infatti, la conseguenza del riconoscimento del ruolo centrale dell'uomo nel delineare il paesaggio è che tutte le espressioni dell'ambiente antropico possono ricondursi all'accezione di paesaggio, così pure i paesaggi industriali.

La Regione Sardegna, nel solco di tale lettura moderna del termine e nell'ambito delle attività dell'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e Qualità del Paesaggio, ha prodotto, di concerto con il Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche per il Territorio del Politecnico di Torino, le “Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna”, pubblicate nel 2015 dall'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e della Qualità del Paesaggio della RAS come allegato alla Deliberazione G.R. 24/12 del 19.5.2015.

Riguardo ai paesaggi industriali in senso ampio, tali Linee Guida saranno prese come riferimento costante nelle considerazioni successive. L'assunto di partenza dell'analisi sviluppata sulla componente nell'ambito del presente SIA si focalizza sul fatto che il progetto dell'impianto di produzione di idrogeno si inserisce in un consolidato paesaggio industriale di storia decennale.

Si rimanda ad un successivo approfondimento specialistico per un esame dettagliato dei rapporti che il progetto intrattiene con la componente, si riporta di seguito una sintetica descrizione dei tratti costitutivi del contesto paesaggistico in esame e, più oltre, una schematica individuazione dei potenziali effetti indotti sul sistema paesistico di riferimento.

D.3.7.2 Tratti evolutivi del contesto paesaggistico

D.3.7.2.1 Il contesto storico-normativo

Il progetto ricade in un territorio storicamente plasmato, sia in senso ambientale che sociale e percettivo, dalla presenza delle attività petrolchimiche che operano, senza soluzione di continuità, da circa cinquant'anni. Per una corretta comprensione delle dinamiche socio-

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

economiche alla base delle trasformazioni che hanno plasmato la componente, appare pertanto appropriato richiamare il complesso tema dello sviluppo degli insediamenti industriali.

Nel secondo dopoguerra, più precisamente tra la fine degli anni '50 e i primissimi anni '60 del novecento, la nazione si trovò a dover affrontare in modo risoluto il problema dello sviluppo economico, soprattutto nei territori del Mezzogiorno. In quegli anni avvenne una sorta di "rivoluzione culturale", che portò all'adozione di un modello di sviluppo assolutamente impensabile prima, il quale riconosceva nel processo di industrializzazione la migliore scelta per trasformare il volto dell'economia nazionale e soprattutto del Meridione.

Nel 1950, con la Legge n. 646, venne istituita la Cassa per il Mezzogiorno con il compito di realizzare, nelle zone depresse del Sud, una serie di opere straordinarie finalizzate a favorirne il progresso socio-economico. L'obiettivo del Legislatore fu di individuare porzioni del territorio nazionale ove promuovere una concentrazione industriale intensiva in aree di elevata suscettività (Aree di Sviluppo Industriale - ASI), unitamente ad una concentrazione industriale minore in alcuni territori di più limitata suscettività (Nuclei di Industrializzazione - NI) differenti dalle ASI per le dimensioni più contenute e per la tipologia di imprese da insediare (piccole e medie).

La titolarità urbanistico-organizzativa dell'area di progetto, ricadente nell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari, fa capo al Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari - CACIP (già CASIC). Il Consorzio venne istituito con Decreto del Presidente della Repubblica n. 1410 del 04/11/1961, ai sensi dell'art. 21 della legge 29/07/1957 n. 634, mentre per effetto della legge 05/10/1991 n. 317, art. 36, 4° comma, divenne Ente Pubblico Economico. A seguito dell'emanazione della citata L.R. 10/2008, nel novembre 2008 il CASIC evolve nel Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari.

L'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari si articola in tre zone di agglomerazione (Elmas, Macchiareddu e Sarroch) ed è stata una delle prime aree industriali a nascere nel meridione d'Italia in virtù della citata legge n. 634 del 1957.

La zona di agglomerazione industriale di Sarroch, in cui si situano gli interventi in oggetto, ha avuto uno sviluppo prevalentemente legato all'attività petrolchimica ed energetica e presenta un'estensione di circa 754 ettari. Più precisamente la zona è occupata per il 90% dalle attività della Saras S.p.A. - Società Anonima Raffinerie Sarde (oggi in capo alla controllata Sarlux S.r.l.). La Saras, nata nel 1962, inizia la costruzione del proprio stabilimento nel 1963, avvia l'attività con il primo carico di greggio già nel 1965 e inaugura ufficialmente l'impianto a metà del giugno 1966.

La realizzazione di un impianto per la produzione di idrogeno mediante elettrolisi, sfruttando energia prodotta da fonti rinnovabili, segue quindi quello che è stato storicamente e

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

tradizionalmente lo sviluppo industriale dell'area di Sarroch, dedicata infatti all'attività petrolchimica ed energetica, ma allo stesso tempo lo innova sulla spinta della rivoluzione ecologica promossa a livello internazionale e nazionale.

D.3.7.2.2 Elementi strutturanti la componente

Valutato che il progetto ricade interamente nell'area di pertinenza dell'Agglomerato Industriale di Sarroch, il suo contesto paesaggistico di stretta prossimità è costituito da aree industriali consolidate in cui l'attività si svolge da decenni.

Dal punto di vista paesaggistico, il sito di progetto non intrattiene strette relazioni con il contesto e, per poter definire i rapporti tra i vari elementi, occorre spostarsi ad una scala paesaggistica più appropriata. In tale prospettiva si ritiene quindi necessario estendere l'analisi della componente all'intero agglomerato industriale e all'area circostante, interpretando i rapporti con il territorio in cui nacque e si sviluppò.

L'area su cui sorse l'area industriale, individuata nella vecchia cartografia IGM con il toponimo Tierra, comprendeva il tratto di costa pianeggiante tra la Torre Antigori e Porto Foxi in territorio comunale di Sarroch. Il piccolo centro abitato al tempo contava poco più di 2.700 abitanti, e fin da subito si instaurarono stretti rapporti di contiguità spaziale con il primo nucleo dell'agglomerato industriale; quest'ultimo infatti sorse ad una distanza dall'abitato di circa un chilometro (Figura 53).

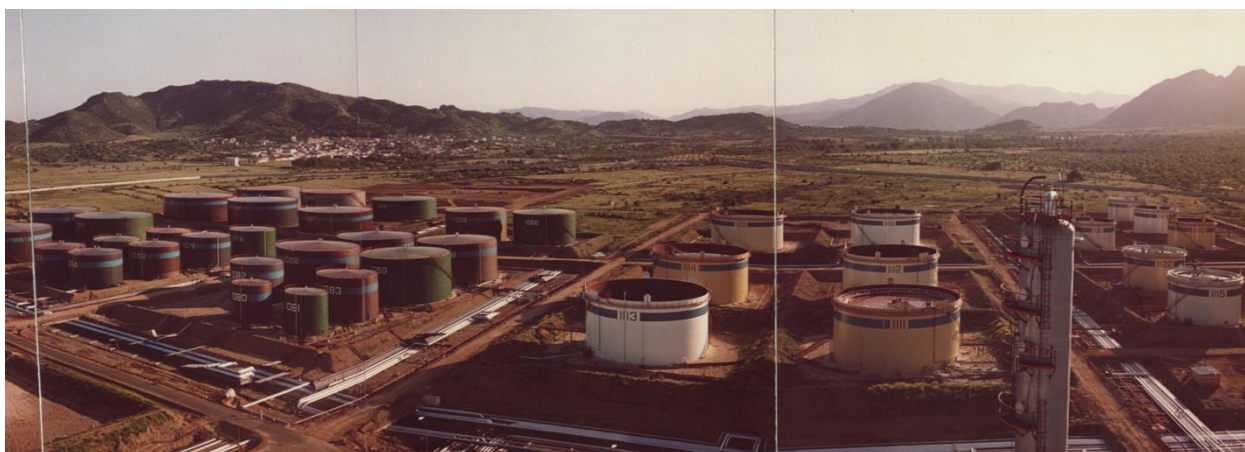


Figura 53 – Rapporti di contiguità tra il primo nucleo della raffineria Sarlux e il centro urbano di Sarroch (Fonte: archivio storico Sarlux, anno 1965)

Sarroch è ubicata presso la costa occidentale del golfo degli Angeli, a circa 25 km da Cagliari. Si estende ai piedi di un modesto rilievo, dominato da una caratteristica roccia andesitica di forma tronco conica. Il paese e le campagne circostanti si estendono su una piana alluvionale originatasi nel Quaternario. La morfologia a nord e nordovest del paese è caratterizzata da

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

depositi alluvionali intervallati a modesti rilievi granitici che rappresentano le ultime falde dei monti del Sulcis. A sud si estendono invece modesti rilievi collinari di origine andesitica, che si insinuano fino alla costa separando il tratto di mare interessato dall'agglomerato industriale e dal porticciolo (Porto Foxi) da quello interessato dagli insediamenti residenziali e turistici di Perd'e Sali e Porto Columbu. Queste due frazioni si estendono in realtà nel tratto di costa all'altezza del territorio di Villa San Pietro.

L'entroterra sarrochese è interessato dalla valle di uno degli affluenti del rio di Pula, che si insinua nel settore centrale dei monti del Sulcis fino alla foresta demaniale di monte Nieddu e alle pendici del monte Maxia.

La zona costiera è rappresentata dagli insediamenti residenziali di Perd'e Sali e Portu Columbu che si affacciano sul Porto Turistico, uno dei più importanti riferimenti per il turismo nautico della costa sud-occidentale dell'Isola.

Ai tempi dell'apertura del polo petrolchimico il centro di Sarroch era economicamente depresso e caratterizzato da marcati fenomeni di spopolamento ed emigrazione. Il nuovo polo industriale portò dunque con forza sul territorio i nuovi modelli sociali e di sviluppo, producendo importanti effetti sull'economia e sui costumi dei centri limitrofi, primo fra tutti Sarroch: gli effetti più eclatanti furono una notevole espansione demografica, il richiamo dei numerosi emigrati e l'innalzamento del livello di istruzione medio.

La realizzazione dell'impianto si instaurò sul sistema del tessuto insediativo storico, caratterizzato da sistemi di organizzazione dello spazio e delle attività localizzati lungo la stretta fascia pianeggiante che caratterizza il lato occidentale del Golfo degli Angeli, unico contesto in cui era possibile praticare l'agricoltura di sostentamento tipica dei centri dell'area, essendo questa sovrastata da un'impervia zona collinare, destinata a pascolo ovino brado.

Il moderno processo di infrastrutturazione industriale si è dunque impostato su questo sistema tradizionale, sotto la spinta di mirate strategie di sviluppo delineate a livello istituzionale, analogamente a quanto riscontrato in altre porzioni del territorio regionale. Il risultato dell'applicazione rigida di tali criteri di localizzazione, prettamente ingegneristici, e i poteri conferiti ai consorzi in nome della celerità del processo di avvio della produzione, è stato la sovrapposizione degli spazi industriali ai sistemi paesaggistici preesistenti.

Tale processo va evidentemente letto in rapporto ai valori, aspirazioni sociali e sensibilità ambientale che contraddistinguevano gli anni in cui sorse l'insediamento industriale di Sarroch, radicalmente differenti rispetto alla visione moderna e sostenibile del concetto di sviluppo. Così come la costruzione della raffineria rispose alle richieste della sua epoca, allo stesso modo la realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno da fonti rinnovabili risponde al cambiamento ideologico degli anni recenti, che chiede ad ogni settore produttivo, ed in

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

particolare a quello energetico, di essere sostenibile non solo dal punto di vista economico, ma anche sociale e ambientale.

Il progetto in sé, in particolare, ricade in un luogo che può definirsi estromesso da decenni rispetto alle fisiologiche dinamiche territoriali, in quanto inserito nelle pertinenze dello stabilimento Sarlux, ove, per la particolare natura delle lavorazioni che vengono eseguite, la fruizione pubblica è rigidamente interdetta.

D.3.7.3 Rapporto con le tessiture territoriali storiche

Nell'area vasta di interesse, il sistema delle tessiture storiche è rappresentato da due sistemi territoriali ben identificabili.

Si individua un primo livello, definito dal tessuto insediativo storico, caratterizzato da sistemi di organizzazione dello spazio e delle attività essenziali e estremamente rarefatti, localizzati lungo la stretta fascia pianeggiante che caratterizza il lato occidentale del Golfo degli Angeli.

Il contesto è caratterizzato a ridosso delle limitate aree pianeggianti da suoli fertili, in cui poter praticare l'agricoltura di sostentamento tipica dei centri dell'area, da un'ampia zona collinare caratterizzata da impervi rilievi granitici, destinati a pascolo ovino brado.

L'elemento strutturante tale fascia può riconoscersi nella principale arteria viaria, oggi S.S. 195, il cui tracciato può farsi risalire al periodo romano, rappresentando uno dei principali assi viari che collegavano Cagliari (Karalis) con la città di Nora, situata una decina di chilometri più a sud dell'area oggi occupata dal polo petrolchimico, e con il resto degli insediamenti nel Sulcis (Figura 54).

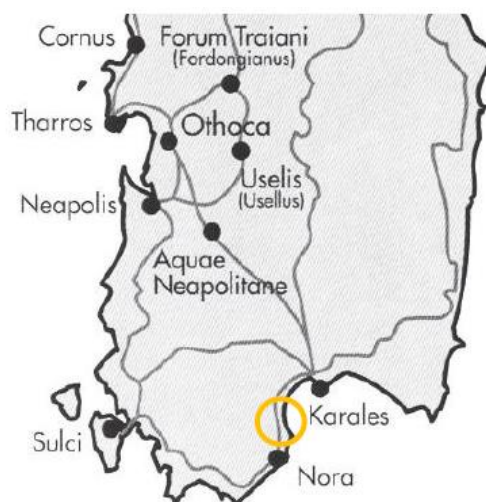


Figura 54 – Rete viaria principale in età romana. Nel cerchio giallo è riportata l'area industriale di Sarroch.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Anche un elevato numero di siti nuragici testimonia l'importanza per le popolazioni del passato dell'area in esame e risultano in totale censiti circa un centinaio di siti aventi lo status di beni paesaggistici solo nel contesto pianeggiante tra il primo restringimento morfologico della pianura in corrispondenza della Villa d'Orri e l'area delle bonifica di Is Morus.

Proprio il sistema delle bonifiche di Pula rappresenta un ulteriore importante elemento caratterizzante l'assetto insediativo di valore storico dell'area. Queste furono avviate nel XVIII secolo nel podere di Villa d'Orri e completate nel 1956 dall'ETFAS (Ente per la trasformazione fondiaria e agraria in Sardegna, istituito nel 1951) e hanno prodotto modificazioni significative della morfologia e della struttura produttiva del contesto. Sono riconosciuti elementi caratterizzanti, sia le aree di bonifica in senso stretto, sia tutto il sistema di organizzazione dello spazio correlato: l'appoderamento e le infrastrutture viarie storiche, le borgate e i fabbricati agricoli, i centri di servizio e le architetture civili e religiose (Figura 55).

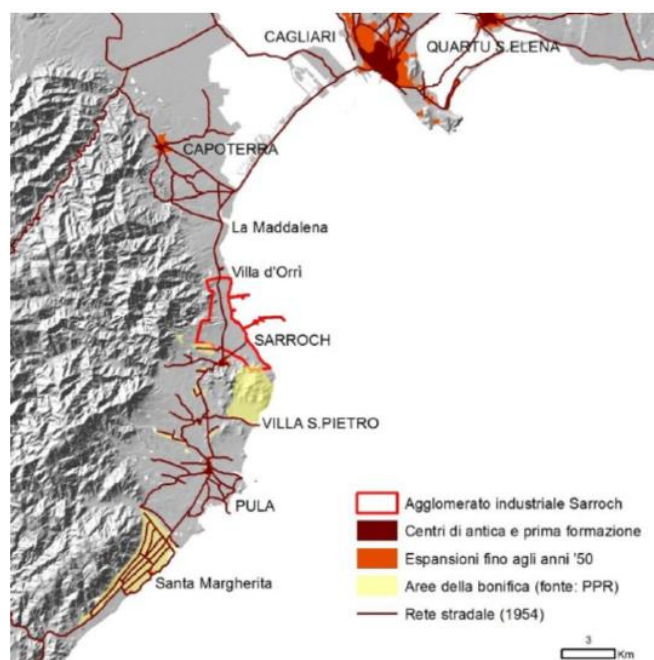


Figura 55 – Sovrimposizione dell'Agglomerato Industriale di Sarroch con il sistema insediativo e le infrastrutture viarie all'orizzonte temporale degli anni '50

Il moderno processo di infrastrutturazione industriale si è dunque impostato su questo sistema, sotto la spinta di mirate strategie di sviluppo delineate a livello istituzionale, analogamente a quanto riscontrato in altre porzioni del territorio regionale. In tale logica, le più importanti zone produttive sarde si presentano come aree concepite e pianificate secondo precisi criteri ispirati ai concetti di salubrità, semplicità di connessione ed economia dell'approvvigionamento idrico. Il risultato dell'applicazione rigida di tali criteri, prettamente ingegneristici, è stato la sovrapposizione degli spazi industriali ai sistemi ambientali preesistenti, con conseguente

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

sostanziale cancellazione di questi ultimi, e una geometrica separazione dei nuclei produttivi dagli abitati.

Tale processo va evidentemente letto in rapporto ai valori, aspirazioni sociali e sensibilità ambientale che contraddistinguevano gli anni in cui sorse l'insediamento industriale di Sarroch, radicalmente differenti rispetto alla visione moderna e sostenibile del concetto di sviluppo. Si trattava, infatti, di un momento storico non ancora permeato dalla presa di coscienza dell'importanza strategica dei temi ambientali nell'orientamento delle politiche socio-economiche. Molti autori indicano, infatti, come punto d'inizio del "risveglio ambientale" il fermento culturale che ebbe luogo negli Stati Uniti d'America con la pubblicazione nell'anno 1962 del famoso testo di Rachel Carlson dal titolo *Silent Spring*.

L'autrice, mettendo in luce gli impatti dei pesticidi sull'ambiente e sull'uomo, fece evolvere le idee del "*conservation movement*" della prima metà del novecento verso più ampie e complesse preoccupazioni sullo stato dell'ambiente e sulle relazioni uomo-ambiente.

Il periodo di riferimento per la genesi del movimento ambientale verso la sua definitiva stabilizzazione comprende quindi tutti gli anni '60 e i primi anni '70.

In Italia, in particolare, il processo di industrializzazione era visto da tutti gli attori coinvolti come un fenomeno positivo, necessario e sostanzialmente privo di caratteri concretamente problematici; per tali motivi i rapporti con le storiche dinamiche territoriali sono stati pesantemente influenzati e hanno quasi sempre ceduto alla pressione imposta dalle nuove funzioni produttive.

In definitiva, estendendo l'analisi oltre le strette pertinenze del sito di progetto, si può certamente affermare che, nella sua lunga storia, è proprio l'agglomerato industriale a vocazione petrolchimica che ha segnato profondamente, ridefinendole, le tessiture territoriali dell'area. L'entità delle trasformazioni che ha indotto, sia dal punto di vista, ambientale, paesaggistico ma anche sociale e economico, sono di tale portata da aver sensibilmente condizionato, inoltre, i fenomeni urbanistico-insediativi più recenti.

In seguito, con l'aumento del benessere, l'evoluzione dell'urbano e la tensione della città verso la dimensione territoriale hanno lentamente, ed inesorabilmente, affievolito la netta demarcazione spaziale e funzionale che ha ispirato i progetti degli originari nuclei industriali. Tale fenomeno è ben leggibile in corrispondenza dei più grandi centri urbani; gli insediamenti industriali meno soggetti alle pressioni della città, o caratterizzati da lavorazioni e processi produttivi particolari, non sono stati invece interessati da questi fenomeni di infiltrazione urbana nel tessuto produttivo.

È questo il caso del territorio in cui ricade il progetto in esame. Il fenomeno che si può delineare nel caso di Sarroch è piuttosto quello di un ineluttabile accostamento spaziale, dovuto alla

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

particolare morfologia dell'area; l'abitato si è infatti sviluppato in direzione del contesto industriale, giungendo quasi sino al suo confine. Il paese sorge in una zona pianeggiante ma risulta ridossato sul suo lato di sud ovest ad un piccolo sistema collinare caratterizzato da pendenze significative, ha quindi come direzione naturale di espansione quella opposta, in direzione dei suoli pianeggianti, proprio quella verso la zona in cui è sorto lo stabilimento (Figura 56).



Figura 56 – Vista aerea dell'area di intervento nel 1975 e del contesto paesaggistico di riferimento (Fonte: archivio storico Sarlux).

Il progetto in sé, peraltro, ricade in un contesto che può definirsi estraneo da decenni rispetto alle fisiologiche dinamiche territoriali, in quanto inserito nelle pertinenze dello stabilimento Sarlux, ove, per la particolare natura delle lavorazioni che vengono eseguite, la fruizione pubblica è rigidamente interdetta. Per tali aree non possono individuarsi, pertanto, usi differenti da quelli industriali; il progetto in oggetto ricade dunque indubbiamente all'interno di questa categoria, rendendo le nuove opere sostanzialmente non distinguibili dallo sfondo agli occhi di un osservatore esterno.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.8 Rumore

Per valutare l'impatto della realizzazione dell'impianto di produzione di idrogeno verde, oggetto del presente SIA, è stata effettuata una valutazione di impatto acustico previsionale, basata su misure in campo per valutare il rumore di fondo attualmente presente nell'area di intervento e su modelli di calcolo per stimare l'impatto acustico dell'impianto sulla base delle attrezzature e delle strumentazione che lo costituiranno.

Nel presente paragrafo si descriverà quanto emerso dalla valutazione dello stato attuale, nel paragrafo D.4.7 si illustrerà l'impatto sulla componente rumore dato dallo stato futuro. Per una rappresentazione dettagliata di quanto riscontrato, si rimanda alla Valutazione di impatto acustico previsionale (*Elaborato AM-RT10006*).

Il Comune di Sarroch ha provveduto agli adempimenti di cui all'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95, con l'emanazione del Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale. Il territorio comunale nel quale è situata l'attività oggetto della presente valutazione è classificato come classe VI, valgono pertanto i limiti riportati nella tabella che segue, in cui sono riportati i valori limite rispettivamente di emissione, immissione e qualità.

Tabella 10 – Valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione, valori di qualità, valori limite differenziali

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (06.00÷22.00)	notturno (22.00÷06.00)
Valori limite di emissione – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	65	65
Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	70	70
Valori di qualità – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	70	70
Valori limite differenziali di immissione – Leq in dB(A)		
Non applicabile		

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

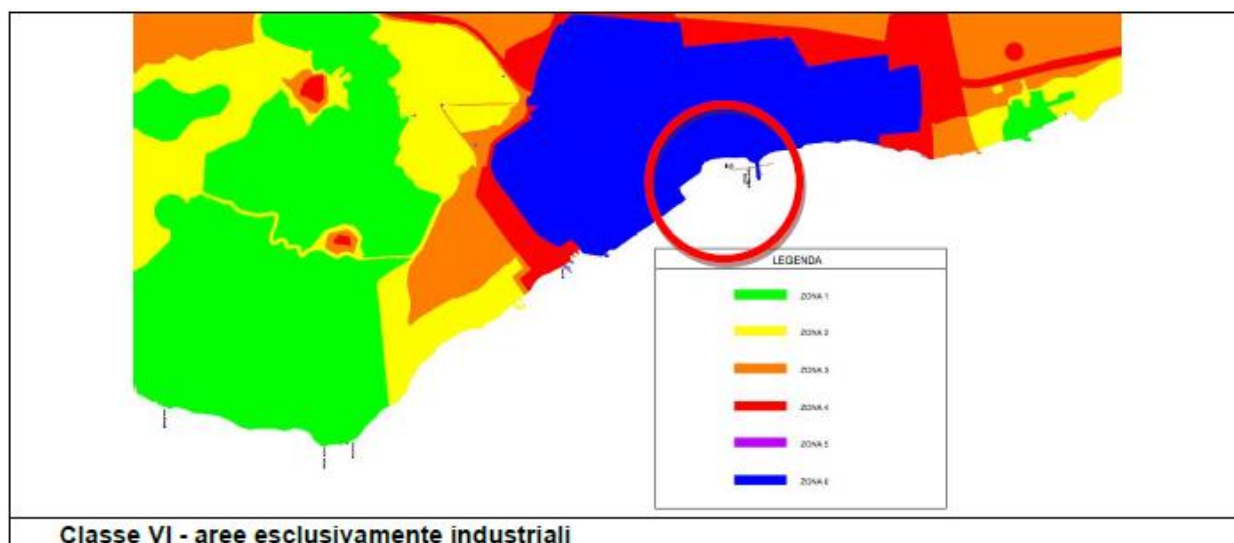


Figura 57 – Stralcio piano di classificazione acustica comunale

L'attività della SardHy Green Hydrogen S.r.l. sarà situata all'interno di una zona prevalentemente industriale, in cui non sono presenti edifici a destinazione residenziale, né altri ricettori sensibili.

Le sorgenti sonore preesistenti l'attività in oggetto sono i macchinari a servizio delle attività produttive della Raffineria Sarlux che circondano il lotto che ospiterà l'impianto di produzione idrogeno.

Come anticipato, per valutare il rumore di fondo che caratterizza lo stato attuale dell'area di interesse, sono state effettuate delle misure sul campo: in ciascun punto di misura è stato rilevato il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A", i livelli dei valori massimi di pressione sonora LAFmax, LAImax, LASmax. È stata inoltre effettuata l'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava.

Si riportano di seguito i valori rilevati, arrotondati a 0,5 dB come richiesto dal DM 16/03/98 (Allegato B, punto 3).

Tabella 11 – Misurazioni effettuate nelle ore diurne sul perimetro esterno all'attività.

Punto di misura	LAFmax [dB(A)]	LAImax [dB(A)]	LASmax [dB(A)]	LR [dB(A)]	Note
P00	70,4	71,5	67,5	66,0	Centro lotto

D.3.9 Salute pubblica

D.3.9.1 Premessa

Per le finalità di individuazione e valutazione degli impatti ambientali del progetto, il tema della Salute pubblica sarà analizzato in rapporto ai potenziali effetti dell'intervento alla scala locale e gli effetti indiretti su scala planetaria, associati in particolare al bilancio delle emissioni di gas-serra.

Con tali presupposti, a livello locale, i potenziali riflessi del progetto sulla componente in esame devono correlarsi principalmente ai seguenti aspetti ambientali, analizzati in dettaglio in specifiche sezioni del presente SIA (Quadri di riferimento progettuale e/o ambientale), di non aggravio del preesistente livello di rischio industriale:

- effetti sulla qualità dell'aria, per effetto dell'eventuale introduzione di nuove sorgenti di emissioni in atmosfera rispetto a quelle già esistenti nell'insediamento industriale circostante;
- rischi di alterazione della qualità dei terreni e delle acque, superficiali e sotterranee, a seguito di eventi accidentali (rilasci e dispersioni al suolo di prodotti in fase libera);
- emissione di rumore associata al processo costruttivo ed alla fase gestione dell'impianto;
- sicurezza e salute sul lavoro, in relazione ai rischi di infortuni e malattie professionali a carico degli addetti, sia in fase di costruzione che di esercizio, nonché al rischio industriale legato ai processi ed ai prodotti utilizzati/stoccati in stabilimento, con effetti potenziali sul personale operante presso il sito industriale e sulla popolazione.

Ai fini della ricostruzione dell'attuale stato qualitativo della componente, nel seguito si farà riferimento ai dati pubblicati sullo stato di salute delle popolazioni del territorio in esame e dell'area di Sarroch in particolare. I primi dati disponibili, riferiti al ventennio 1981÷2001, sono scaturiti da uno specifico studio condotto promosso dal Ministero della Salute sulle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della regione Sardegna pubblicato nel 2005.

Anche sotto l'impulso dei dati emersi dal citato rapporto, a partire dal 2005 è stato avviato il progetto "Sarroch Ambiente e Salute", del quale si riportano nel seguito le più recenti evidenze. Il Progetto Sarroch Ambiente e Salute è un piano integrato di studi epidemiologici e di interventi di sanità pubblica promosso e diretto dall'Amministrazione del comune di Sarroch e realizzato con il contributo di ricercatori delle Università di Firenze e Udine, dell'Azienda sanitaria e della Università di Cagliari.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Il Progetto si pone l'obiettivo di studiare e individuare soluzioni per migliorare le condizioni ambientali, la salute e la qualità della vita dei cittadini di Sarroch. Nella fase iniziale il Progetto risultava composto di:

1. Un Rapporto sullo stato di salute degli abitanti: ha avuto lo scopo di verificare lo stato di salute della popolazione residente. Uno studio di epidemiologia descrittiva che ha visto coinvolti un'equipe di esperti di diverse Istituzioni Regionali e Nazionali.
2. Linee guida sui disturbi respiratori nell'infanzia: per la diagnosi e il trattamento dei disturbi respiratori dell'infanzia, in cui si descrive come devono agire i medici per individuare tutti i casi di asma e per trattarli nel modo più efficace, contengono inoltre raccomandazione sul comportamento da tenere da parte di tutti i cittadini.
3. Monitoraggio della qualità dell'aria: il controllo delle emissioni è stato effettuato da una rete di rilevamento atmosferico composta da quattro centraline fisse e da una mobile, gestite dalla Provincia di Cagliari, una centralina mobile di proprietà del Comune di Sarroch e dieci centraline di proprietà dell'Industria. Per l'intera durata dello studio sono stati attivati sul territorio venti punti di rilevazione passiva, capaci di fornire un quadro più completo della qualità dell'aria del territorio comunale.
4. Uno studio trasversale sulla popolazione scolastica di Sarroch e Burcei: i bambini delle Scuole Elementari e i ragazzi delle Scuole Medie di Sarroch e di Burcei, hanno partecipato ad uno studio di approfondimento sulla salute respiratoria dell'infanzia in relazione ai livelli giornalieri degli inquinanti (tramite esami spirometrici).
5. Uno studio biomolecolare sugli addotti al DNA: un'indagine biomolecolare sugli addotti al DNA in relazione all'esposizione a Idrocarburi Policiclici Aromatici e al Benzene, alla ricerca di marcatori di danno al DNA (tramite brushing nasale).

Corre l'obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all'equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di una popolazione. Per l'analisi di questi ultimi aspetti si rimanda alle considerazioni espresse a proposito della componente "Ambiente socio-economico".

D.3.9.2 Stato di salute della popolazione nell'area di Sarroch

D.3.9.2.1 Lo studio epidemiologico della Regione Sardegna (anni 1981-2001)

Le aree indagate dallo studio in esame sono i poli industriali di Portoscuso, San Gavino, Sarroch, Ottana, Porto Torres, Tortolì, il comprensorio del sughero e Macomer; i poli minerari

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

storici dell'arburese, guspinese e dell'iglesiente; i siti militari di Capo Teulada, La Maddalena e del Salto di Quirra; le città e conurbazioni di Cagliari, Nuoro, Olbia, Oristano e Sassari.

In queste aree risiedevano 849.937 abitanti al censimento 2001 (rispetto ad una popolazione dell'isola che mediamente nel periodo indagato assommava a 1.638.384). Di questi, il 27% appartenevano alla città di Cagliari ed il 20% all'area della città di Sassari. Nel quinquennio 1997-2001 si sono registrati 35.870 decessi nei Comuni indagati. Il tasso di mortalità varia dai valori intorno al dieci per mille di Ottana, Salto di Quirra, Cagliari e La Maddalena a quelli inferiori al sei per mille di Sarroch e Olbia. Sono discrepanze in parte legate alla diversa composizione per età delle popolazioni, in parte dovute a reali differenze nei profili di mortalità. Anche l'ospedalizzazione è diversamente distribuita, con valori più alti a Cagliari, nel Sulcis e nell'Ogliastra e minimi a Sassari ed Olbia. In questo caso le discrepanze derivano dall'offerta di posti letto e dalle alternative al ricovero, oltre che un diverso profilo nel bisogno di cura.

Il rapporto ha come obiettivo generale la valutazione dei singoli siti per mezzo di una metodologia valida e applicata in modo uniforme alle diverse aree considerate.

In particolare, esso si propone di descrivere il profilo di mortalità e di prevalenza di una serie di malattie o raggruppamenti diagnostici nel periodo più recente possibile, valutare il rischio di malattia in prossimità dei siti potenzialmente nocivi ed esaminare l'evoluzione temporale della mortalità nel ventennio 1981-2001 al fine di individuare possibili linee di tendenza futura. L'indagine ha riguardato 279.668 decessi di residenti in Sardegna presenti nell'archivio ISTAT delle certificazioni di causa di morte 1981-2001 e 1.062.742 ricoveri di residenti, di cui 45.984 (4,3%) avvenuti in strutture ospedaliere site fuori regione. I dati di ricovero ospedaliero derivano dall'archivio regionale delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) 2001-2003.

Sono analizzate: la mortalità generale, 12 cause non tumorali che divengono 24 quando si considerano i ricoveri, i tumori maligni, 21 cause tumorali e 23 per i ricoveri, i tumori infantili nel loro complesso. Per le cause che risultano in eccesso o in difetto è stata condotta un'analisi geografica che valuta le variazioni di mortalità o ricovero in un cerchio di raggio predefinito centrato sull'area a rischio. L'analisi temporale è invece condotta per cinque periodi 1981-1983, 1984-88, 1989-93, 1994-98, 1999-2001 e descrive l'evoluzione del rischio di malattia e le sue tendenze future.

Alla data del censimento 2001, l'area di Sarroch, comprendente i Comuni di Assemini, Sarroch, Capoterra e Villa San Pietro, contava una popolazione di 52.385 abitanti (censimento 2001).

Dall'analisi del ventennio 1981-2001 emerge, in primo luogo, come i dati di mortalità del comune di Sarroch siano risultati inferiori rispetto alla media regionale: uomini -13% (50 decessi in meno rispetto alla media regionale) donne -10% (30 decessi in meno rispetto alla media

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

regionale). Tale circostanza è da attribuirsi, principalmente, alla minore incidenza delle malattie cardiovascolari (45 morti in meno rispetto alla media regionale per infarto ed ictus in vent'anni).

Se si considerano i decessi per tumore, di contro, Sarroch supera leggermente la media regionale (uomini +4% in vent'anni, donne +2% in vent'anni). Nel periodo di tempo considerato, a Sarroch si è verificato in media un decesso per tumore in più all'anno rispetto alla media regionale, con maggiore rappresentatività, tra gli altri, dei decessi per tumore al fegato ed ai polmoni per gli uomini e di quelli allo stomaco ed all'utero per le donne.

Sulla base della mortalità ISTAT 1997-2001 e sulle schede di ricovero ospedaliero 2001-2003, nell'area di Sarroch si registravano eccessi tra gli uomini del 10% per i ricoveri per m. respiratorie e del 13/24% per la mortalità e i ricoveri per t. polmonare, mentre gli eccessi tra le donne sono dell'ordine del 10/16% per le m. respiratorie e intorno al 20% per i ricoveri per tumore polmonare.

La mortalità per cause evitabili è aumentata rispetto alla media regionale solo relativamente alle donne (+8%), in particolare per le cause legate alla diagnosi precoce (+30%).

Usando come riferimento la mortalità osservata nelle popolazioni residenti in un cerchio di 40 km centrato sul comune di Capoterra, invece della mortalità media regionale non si osservano grandi differenze. E' degno di nota l'appiattimento del rischio per tumore polmonare tra gli uomini: risulta infatti solo il 2% in eccesso se usiamo lo standard locale contro il 16% di aumento se si usa lo standard regionale. I tumori del sistema linfomatoepoietico mostrano invece eccessi del 24% usando lo standard locale contro un eccesso del 10% con lo standard regionale.

Tuttavia, tenendo conto del livello di deprivazione materiale, i rischi per tumore polmonare aumentano (+24% negli uomini) e quelli per tumori del sistema linfomatoepoietico si mantengono sui livelli dello standard regionale.

I tassi di mortalità variano nel territorio intorno a Sarroch sostanzialmente per le cause respiratorie, l'insieme dei tumori maligni e il tumore polmonare tra gli uomini. In tutti i casi il pattern mostra degli eccessi localizzati all'interno della zona a rischio di Sarroch e per la città di Cagliari. Nel caso delle malattie respiratorie si apprezza anche il rischio aumentato ad ovest verso l'area del Sulcis e a nord verso l'iglesiente. Anche per i ricoveri e ricoverati emerge un forte pattern geografico con rischi localizzati all'area in studio e alla città di Cagliari per i tumori maligni ed il tumore polmonare tra gli uomini.

Gli andamenti temporali nel ventennio 1981-2001 mostrano rispetto alla media regionale un aumento della mortalità per tutte le cause (-4% nel 1981-83 e +16% nel 1999-2001) nelle donne, mentre tra gli uomini la mortalità per tutte le cause è nella media regionale nell'ultimo periodo ma era inferiore nel 1981-1983 (-12%). Questi andamenti si ritrovano per l'insieme dei

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

tumori maligni mentre per le malattie respiratorie si osserva un incremento rispetto alla media regionale rispetto ai primi anni ottanta. Non si osservano andamenti in diminuzione rispetto alla media regionale se non per le malattie circolatorie negli uomini.

Gli andamenti per coorte di nascita 1904-48 mostrano la generale tendenza alla diminuzione dei rischi, ma con un differenziale a scapito delle coorti dei nati dopo il 1929 rispetto al valore regionale. Questo andamento è presente anche per i tumori maligni mentre le cause respiratorie negli uomini mostrano per tutte le coorti un livello costantemente superiore al livello regionale.

D.3.9.2.2 I dati del progetto Sarroch Ambiente e Salute (anni 2000-2010)

Utilizzando l'archivio delle schede di dimissione ospedaliera della regione per il periodo 2001-2010, il progetto Sarroch Ambiente e Salute ha aggiornato il quadro della mortalità, valutando il numero di malati presenti nella popolazione di Sarroch.

Il progetto mette in risalto come vi siano malattie che mostrano una minor frequenza nella popolazione sarrochese rispetto alla regione. Dal citato rapporto del 2006 emerge che la mortalità per tutte le cause è inferiore alla media regionale di dieci punti percentuali; nel ventennio 1981-2001 si sono registrati circa 80 decessi in meno della media regionale. Tale circostanza è legata prevalentemente alla minor frequenza di decessi per cause cardiocircolatorie (circa 45 decessi attribuibili in meno).

La prevalenza di malattie dell'apparato circolatorio (19 casi in meno nel periodo 2001-2005 e 52 casi in meno nel 2006-2010, sempre considerando tutte le diagnosi nella scheda SDO) si mantiene stabilmente al di sotto della media regionale ed è particolarmente evidente per la malattia coronarica (27% in meno negli uomini e 30% nelle donne). Con riferimento alle malattie neoplastiche, nel periodo 2001-2005, si ha un eccesso del 12%, nei ricoveri per gli uomini (fegato 4 casi in eccesso; sistema respiratorio 3 casi; vescica 2 casi; sistema nervoso centrale 2 casi; sistema linfoematopoietico 7 casi). Tale dato si attenua considerando i dati relativi ai ricoverati (1.6%).

Per il sesso femminile non si registrano eccessi per i tumori nel loro complesso (stomaco 4 casi in eccesso; colon-retto 1 caso; osso e tessuto connettivo e melanoma 2 casi; utero 4 casi e leucemie 5 casi).

Nel periodo 2006-2010, l'eccesso di ricoveri si riduce al 4% negli uomini, ma resta costante o aumenta come ricoverati (5,1% - 1,6%) (stomaco 3 casi; prostata 1 caso e sistema linfoematopoietico 2 casi).

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per il sesso femminile si registra un eccesso intorno al 4% per i ricoverati (stomaco 2 casi; melanoma 1 caso; sistema nervoso centrale 1 caso; leucemie 6 casi; mammella 2 ricoveri).

In relazione alle malattie respiratorie, nel loro complesso la mortalità ISTAT 1981-2001 mostrava un eccesso del 3,6% negli uomini e del 16% nelle donne, con un andamento stabile tra gli uomini ma in crescita nelle donne dal 1980 in poi.

I ricoveri e i ricoverati nel periodo 2001-2005 mostrano incrementi rispetto alla media regionale negli uomini per la patologia asmatica (13% - 29%) mentre per le donne si registrano eccessi per le malattie respiratorie croniche (11%).

Nel periodo successivo (2006-2010) tali eccessi scompaiono completamente.

I bambini costituiscono un sottogruppo della popolazione particolarmente suscettibile ai disturbi respiratori per la maggior irritabilità dell'albero bronchiale. Nella popolazione scolastica di Sarroch molti studi epidemiologici hanno documentato nel periodo 2006-2007 un eccesso di patologia di tipo ostruttivo e la sua correlazione con la qualità dell'aria.

Nei ricoveri 2006-2010 non si rilevano più eccessi per patologia asmatica nella fascia di età 0-14 anni, rispetto alla media regionale.

Per quanto riguarda le altre patologie, si registravano nel 2001-2005 ricoveri in eccesso sulla media regionale per le malattie del sangue (complessivamente 19 casi in eccesso considerando tutte le diagnosi nella scheda SDO), e nelle donne le malattie dell'apparato digerente (13 casi in eccesso).

Nel periodo successivo 2006-2010 resta un eccesso per le malattie del sangue, che si riduce rispetto al precedente periodo, e si registrano 12 casi in eccesso sulla media regionale. Nelle donne non si rilevano più eccessi per le malattie dell'apparato digerente. È degno di nota l'eccesso nel periodo più recente dei ricoveri per cause traumatiche (34 in più rispetto alla media regionale).

Le verifiche epidemiologiche condotte si pongono l'obiettivo di chiarire eventuali associazioni tra le malattie tumorali, e in particolare i tumori del sistema linfo-ematopoietico e le malattie del sangue, e la qualità delle matrici ambientali, con particolare riferimento alla qualità dell'aria.

La valutazione costante dei dati epidemiologici ha consentito di documentare un'evoluzione favorevole dello stato di salute della popolazione di Sarroch, ciò con particolare riferimento al miglioramento registrato per le patologie respiratorie nel bambino e dell'adulto.

Considerato che l'assetto del territorio sarrochese non è variato significativamente in termini di attività condotte nel periodo intercorrente tra il 2010 ed oggi e in mancanza di dati aggiornati per il suddetto periodo in merito alle cause di mortalità a livello comunale, si ritiene ragionevole

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

affermare che lo stato attuale della salute pubblica sia in linea con quello descritto dal Progetto Sarroch Ambiente e Salute.

D.3.9.3 Salute pubblica e cambiamento climatico

Esiste ormai un consenso generale sul fatto che i cambiamenti climatici colpiscono la salute intervenendo direttamente, mediante variazioni dei modelli meteorologici (per esempio con l'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi), e indirettamente, provocando modifiche alla qualità dell'acqua, dell'aria, alla quantità del cibo, agli ecosistemi, all'agricoltura e alle infrastrutture.

Secondo la definizione dell'IPCC (2014) infatti, studiare gli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani significa analizzarne gli "effetti su persone, abitazioni, **salute**, ecosistemi, beni e risorse economiche, sociali e culturali, servizi (inclusi quelli ambientali) e infrastrutture dovuti all'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si presentano entro uno specifico periodo di tempo, e alla vulnerabilità di una società o di un sistema esposti ai cambiamenti climatici stessi".

Per questa ragione, anche a livello locale, si stanno sviluppando e mettendo in atto delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Tra queste vi è anche quella della Regione Sardegna che, a conferma di quanto sopra, si pone i cinque seguenti obiettivi:

- ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici;
- **proteggere la salute, il benessere e i beni della popolazione;**
- preservare il patrimonio naturale;
- mantenere o migliorare la resilienza e la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici;
- trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

L'OMS Europa ha pubblicato il rapporto "*Protecting Health in Europe from climate change*" in cui evidenzia le relazioni tra cambiamenti climatici in atto e effetti sulla salute.

Negli ultimi anni molti Paesi dell'Unione europea hanno registrato un aumento di episodi come ondate di calore, alluvioni e siccità e i cambiamenti climatici sono direttamente collegati alla frequenza e alla gravità di questi eventi. Per il futuro ci si aspetta un ulteriore incremento della temperatura, con conseguenze quali lo scioglimento dei ghiacciai e del permafrost, la crescita del livello del mare e l'aumento degli episodi di precipitazioni violente.

In particolare ci si aspetta:

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- in nord Europa, un aumento delle temperature minime invernali, delle precipitazioni annuali e della frequenza degli eventi di precipitazione estrema
- in Europa meridionale e centrale, un aumento delle temperature estive superiori alla media, una diminuzione delle precipitazioni annuali (ma senza la riduzione degli eventi estremi) e un aumento del rischio di eventi siccitosi e delle condizioni di stress idrico
- in Asia centrale, un anticipo del riscaldamento al di sopra della media globale, il rischio di un aumento delle frequenza degli eventi siccitosi, lo stress idrico e la diminuzione della disponibilità di colture nelle aree aride e semi-aride
- nell'Artico, un anticipo del riscaldamento al di sopra della media globale e, secondo alcune previsioni, la fusione quasi totale dei ghiacci marini estivi verso la fine del Ventunesimo secolo e un rapido scioglimento del permafrost.

Le popolazioni più a rischio per i cambiamenti climatici sono quelle che vivono nelle grandi città, più esposte all'inquinamento, e quelle che vivono nelle aree montuose o costiere, ad alto rischio idro-geologico. Poveri, giovani, anziani e malati, in qualunque Paese o area si trovino, rimangono categorie più a rischio rispetto al resto della popolazione.

Quello che l'Oms si aspetta per i prossimi anni è che i cambiamenti climatici colpiscano la salute di milioni di persone. Gli esperti individuano in particolare una serie di pericoli tra cui:

- l'aumento dell'impatto che le ondate di calore hanno sulla salute: uno studio pubblicato sulla rivista *Nature Climate Change* ad inizio 2021 ha attribuito al cambiamento climatico oltre un terzo delle morti provocate dal caldo. La disidratazione dovuta all'esposizione al calore può inoltre provocare anche danni gravi ai reni che necessitano di acqua per funzionare correttamente; infine, gli studi hanno anche evidenziato collegamenti tra le temperature più elevate e i parti pretermine e altre complicazioni della gravidanza;
- l'aumento di effetti negativi per la salute determinati dal freddo, soprattutto nelle popolazioni che hanno difficoltà di un accesso energetico continuo;
- l'aumento dell'impatto delle inondazioni;
- l'aumento della malnutrizione: secondo un rapporto speciale dell'IPCC, le rese agricole hanno già iniziato a ridursi in conseguenza dell'aumento delle temperature, del cambiamento dei modelli delle precipitazioni e degli eventi atmosferici estremi. Contemporaneamente, altri studi hanno dimostrato che una maggiore quantità di anidride carbonica nell'atmosfera può privare le piante di zinco, ferro e proteine. La malnutrizione è collegata a un'ampia varietà di malattie, tra cui insufficienza cardiaca, cancro e diabete. Inoltre, aumenta il rischio di rachitismo, o disturbi della crescita, nei bambini, che può danneggiare le funzioni cognitive.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

L'aumento delle temperature oceaniche ha portato molte specie di pesci a migrare verso i poli terrestri in cerca di acque più fredde. Il conseguente declino delle risorse ittiche nelle regioni subtropicali può avere implicazioni notevoli per la nutrizione poiché molte comunità costiere dipendono dalla pesca per una quantità sostanziale delle proteine che compongono la loro dieta;

- il cambiamento dei pattern delle malattie legate al cibo;
- il cambiamento della distribuzione delle malattie infettive e il potenziale contributo all'insediamento di specie patogene tropicali e subtropicali;
- l'aumento dell'impatto delle malattie legate all'acqua, soprattutto nelle popolazioni in cui l'acqua, la sanità e l'igiene personale sono già scarse;
- l'aumento della frequenza delle malattie respiratorie a causa delle maggiori concentrazioni di ozono a livello del suolo nelle aree urbane e dei cambiamenti nella distribuzione dei pollini. Secondo alcune stime, l'inquinamento atmosferico provoca già all'incirca dai 3,6 milioni ai 9 milioni di morti premature ogni anno. L'anidride carbonica aumenta invece l'acidità dell'aria che causa un'estrazione più elevata di polline dalle piante, determinando un incremento dei fenomeni allergici che per alcuni soggetti potrebbero diventare letali;
- ultimo ma non meno importante è l'effetto sulla salute mentale: gli eventi meteorologici estremi, come incendi e uragani, provocano infatti stress e ansia, legati oltre che all'evento in sé anche alla perdita dei propri affetti e dei propri beni conseguente a questi fenomeni, tali da scatenare disturbi post-traumatici da stress e, a lungo termine, anche suicidi.

D.3.10 Inquadramento socio-economico

D.3.10.1 Premessa

La sintetica analisi del contesto demografico e socio-economico di seguito esposta focalizza l'attenzione sui tratti salienti dell'area vasta di Cagliari, assumendo come informazioni principali di riferimento i dati resi disponibili *on-line* dal portale ISTAT e dalla Camera di Commercio di Cagliari - Oristano.

Allo scopo di analizzare la componente socio-economica è stato ritenuto utile inquadrare il contesto di riferimento dal livello internazionale e nazionale a quello locale. Riguardo alla descrizione degli aspetti demografici è apparso significativo fornire un inquadramento al livello provinciale, incentrando l'attenzione sui Comuni più strettamente ricadenti nel territorio in cui si situa lo Stabilimento Sarlux (Sarroch, Villa S. Pietro, Pula e Capoterra), sia per motivi geografici che legati alle dinamiche del lavoro. Conseguentemente, ci si riferirà al sottoinsieme costituito dal sistema locale del lavoro di Cagliari (di cui fa parte il Comune di Sarroch in cui ricade l'area di studio).

Lo studio delle dinamiche demografiche si basa su dati Istat; al riguardo, oltre a quelli in valore assoluto e alla densità abitativa, sono stati analizzati i più noti ed emblematici indici demografici, come ad esempio l'Indice di Vecchiaia e l'Indice di Dipendenza.

La descrizione del contesto economico di riferimento è basata sull'elaborazione dei dati estrapolati da ISTAT e dalla Camera di Commercio di Cagliari – Oristano e sulle stime del Fondo Monetario Internazionale comunicate dalle più autorevoli testate giornalistiche.

D.3.10.2 La dinamica demografica e il sistema sociale provinciale

I dati più recenti del Censimento Permanente svolto da ISTAT fanno riferimento all'anno 2020 e indicano per la Città Metropolitana di Cagliari una popolazione di 421.488 unità, con una densità demografica di 337,7 abitanti per km². I dati fanno riferimento alla Città Metropolitana di Cagliari, istituita nel 2016 e divenuta pienamente operativa nel 2017: a differenza di quanto avvenuto nei corrispettivi casi nel resto d'Italia, la Città Metropolitana di Cagliari ha subito una significativa variazione dell'estensione territoriale rispetto al precedente assetto provinciale, essendo ora costituita solo da 17 Comuni, compreso il capoluogo, contro i 71 della precedente Provincia.

A partire dal 2017, anno in cui la Città Metropolitana è divenuta pienamente operativa, si osserva un trend demografico in discesa, con un tasso di decrescita medio annuo di -0,8% (Tabella 12).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Anno	Residenti	Variazione
2017	431.955	-
2018	424.105	-1,82%
2019	422.840	-0,30%
2020	421.488	-0,32%

Tabella 12 – Popolazione residente nella Città Metropolitana di Cagliari (Fonte: Tuttitalia.it)

Il dettaglio della popolazione residente e la composizione in base al sesso dei Comuni appartenenti alla Città Metropolitana è riportato in Tabella 13.

Comune	Popolazione residente - M	Popolazione residente - F	Totale
Cagliari	69.329	80.243	149.572
Assemini	12.888	13.403	26.291
Capoterra	11.478	11.611	23.089
Decimomannu	4.133	4.089	8.222
Elmas	4.601	4.748	9.349
Maracalagonis	4.006	3.882	7.888
Monserrato	9.140	10.035	19.175
Pula	3.562	3.502	7.064
Quartu Sant'Elena	33.584	35.056	68.640
Quartucciu	6.302	6.562	12.864
Sarroch	2.564	2.533	5.097
Selargius	13.839	14.816	28.655
Sestu	10.421	10.351	20.772
Settimo San Pietro	3.343	3.433	6.776
Sinnai	8.603	8.698	17.301
Uta	4.351	4.234	8.585
Villa San Pietro	1.088	1.060	2.148

Tabella 13 – Popolazione residente nei Comuni della Provincia di Cagliari anno 2020 (Fonte: ISTAT)

La struttura della popolazione provinciale sarà brevemente indagata facendo ricorso ad alcuni tra i più significativi indici demografici calcolati dall'ISTAT e riferiti alla Città Metropolitana di Cagliari a partire dal 2017, anno dal quale l'ente locale è divenuto efficace.

L'indice di invecchiamento dà conto di quale porzione della popolazione possa definirsi anziana e il dato provinciale, in cui circa 23 persone su cento nel 2020 sono over 65, risulta lievemente migliore della media nazionale e soprattutto di quella regionale (Tabella 14): il trend in crescita

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

di questo indice mostra comunque un andamento parallelo a quello regionale e nazionale, caratterizzato da un aumento costante del numero di anziani nella popolazione.

	<i>Cagliari (prov.)</i>	<i>Sardegna</i>	<i>Italia</i>
2017	21,3	22,7	22,4
2018	21,8	23,2	22,6
2019	22,4	23,8	22,9
2020	23	24,4	23,2

Tabella 14 – Indice di invecchiamento Pop. di 65 anni e più (% sulla popolazione residente) (Fonte: ISTAT)

L'indice di vecchiaia stima il grado di invecchiamento di una popolazione e descrive il peso della popolazione anziana sul totale. Esso si definisce come il rapporto di composizione tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e la popolazione più giovane (0-14 anni); valori superiori a 100 indicano una maggiore presenza di soggetti anziani rispetto ai giovanissimi. È un indicatore abbastanza grossolano ma efficace, poiché nell'invecchiamento di una popolazione si ha generalmente un aumento del numero di anziani e contemporaneamente una diminuzione del numero dei soggetti più giovani, ed in questo modo numeratore e denominatore variano in senso opposto esaltando l'effetto dell'invecchiamento della popolazione. Il dato provinciale, risulta migliore di quello regionale ma significativamente peggiore di quello nazionale (Tabella 15): anche in questo caso comunque, l'andamento in crescita degli indici a livello provinciale, regionale e nazionale procede parallelamente.

	<i>Cagliari (prov.)</i>	<i>Sardegna</i>	<i>Italia</i>
2017	179,3	195,8	165,9
2018	186,2	203,1	169,5
2019	196,1	212,4	174
2020	205,6	222,2	179,4

Tabella 15 – Indice di vecchiaia (Fonte: ISTAT)

L'indice di dipendenza strutturale rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). È un indicatore di rilevanza economica e sociale e rappresenta il numero di individui non autonomi per ragioni demografiche ogni 100 individui potenzialmente attivi.

Un indice di dipendenza alto è sinonimo di un numero elevato di ragazzi e anziani di cui la popolazione attiva deve occuparsi complessivamente, ma dato il generale quadro di invecchiamento della popolazione italiana ed il raggiunto momento di crescita zero, si può senza tema di smentita affermare che, nel contesto in esame, l'indice cresce al crescere dell'invecchiamento della popolazione.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

La *performance* dell'indicatore calcolato per la Città Metropolitana di Cagliari si mostra di gran lunga la migliore se confrontata con il panorama regionale e nazionale, attestando una sostanziale dinamicità demografica della zona (Tabella 16).

	Cagliari (prov.)	Sardegna	Italia
2017	49,7	52,3	56,1
2018	50,3	53	56,2
2019	51	53,8	56,4
2020	51,9	54,9	56,7

Tabella 16 – Indice di dipendenza strutturale (Fonte: ISTAT)

Vista la complessità e l'estensione della Città Metropolitana di Cagliari, appare di interesse focalizzare l'attenzione sulle dinamiche demografiche dei comuni più strettamente afferenti al territorio in cui è ubicato lo Stabilimento Sarlux, all'interno del quale sorgerà l'impianto di produzione di idrogeno verde, di cui al presente studio, appartenenti al Sistema Locale del Lavoro di Cagliari (Tabella 17).

La distribuzione territoriale della popolazione si mostra particolarmente concentrata nell'area urbana di Cagliari, questa comprende i comuni di Cagliari, Quartu Sant'Elena, Selargius, Assemini, Capoterra, Monserrato, Sestu, Quartucciu ed Elmas ospitando circa l'85% di tutta la popolazione della città metropolitana e circa il 23% di quella regionale (Tabella 17).

Comuni area urbana Cagliari	Pop. Res. 2017	Pop. Res. 2020	Pop. Res. 2020 Città Metropolitana Cagliari	Pop. Res. 2020 Regione Sardegna
Cagliari	151.352	149.572		
Capoterra	22.900	23.089		
Pula	7.260	7.064	421.488	1.590.044
Sarroch	5.234	5.097		
Villa San Pietro	2.105	2.148		

Tabella 17 – Popolazione residente nei Comuni appartenenti al territorio più prossimi allo Stabilimento Sarlux (Fonte: ISTAT)

Tra i comuni di più stretto interesse, è evidente come non ci sia stato alcun incremento della popolazione nel lasso di tempo considerato, dal 2017 al 2020, ad eccezione dei comuni di Capoterra (+0,82%) e Villa San Pietro (+2%).

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.10.3 Analisi della mobilità nella provincia di Cagliari²

All'interno della provincia di Cagliari è possibile individuare un sistema della mobilità costituito da corridoi plurimodali per la comunicazione su scala regionale, in cui si individuano in particolare:

- la generatrice Cagliari – Oristano – Sassari lungo la fossa del Campidano;
- le generatrici Cagliari – Villamassargia – Iglesias e Cagliari – Villamassargia - Carbonia – Portoscuso, che si sviluppano lungo la valle del Cixerri e in parte lungo il versante settentrionale della catena montuosa del Sulcis;
- un insieme di bacini di mobilità in cui si svolge la maggior parte degli spostamenti giornalieri delle comunità che vi risiedono, per i quali si osserva un differente grado di autocontenimento e un differente livello di gravitazione verso bacini maggiormente urbanizzati.

Sulla base di tali relazioni è stato possibile individuare i campi che caratterizzano la mobilità all'interno del territorio coincidente con l'ormai ex Provincia: il campo della mobilità di gravitazione del bacino urbano di Cagliari, la cui influenza si estende oltre l'ambito provinciale; il campo della mobilità di autocontenimento del bacino del Sulcis-Iglesiente, in cui è presente una mobilità interna di gravitazione verso i centri urbani di Carbonia e Iglesias e verso il centro a specializzazione industriale di Portoscuso; il campo della mobilità di autocontenimento del bacino del Medio Campidano, in cui si osservano forti relazioni con la provincia di Oristano; il campo della mobilità nel bacino del Sarrabus - Gerrei – Trexenta e, inoltre, una serie di direttrici di comunicazione tra bacini di mobilità tra cui:

- la Decimomannu – Villacidro – Guspini di collegamento tra il campo urbano di Cagliari e il Medio Campidano occidentale (ora parte della provincia della Sud Sardegna);
- la Decimomannu – Senorbì – Isili e la direttrice plurimodale Senorbì – Cagliari di collegamento tra il campo urbano di Cagliari, la Trexenta e il Gerrei;
- un insieme di itinerari provinciali di collegamento tra luoghi interni e luoghi costieri tra cui la direttrice Siliqua – Santadi – Giba - Sant'Anna Arresi.

Assodato che il capoluogo sardo costituisce il maggior attrattore di spostamenti dai comuni limitrofi, si può sinteticamente affermare che lo schema viario dell'area cagliaritano si è consolidato negli anni a supporto proprio degli spostamenti monodirezionali di penetrazione verso il centro di Cagliari, creando così delle impedenze verso le relazioni trasversali sia a livello territoriale di area vasta che a livello urbano.

² La maggior parte delle informazioni del presente paragrafo sono tratte dal PUM del Comune di Cagliari approvato nel 2009, così come le immagini e le tabelle in esso presenti. È al momento in fase di preparazione il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

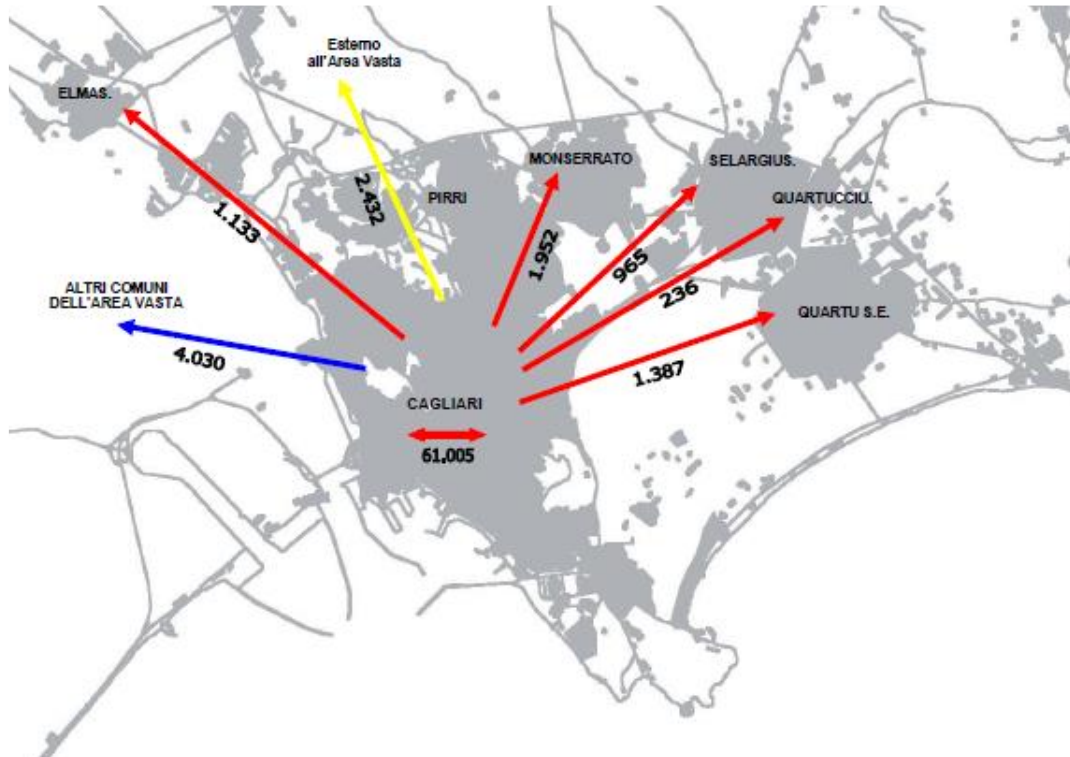


Figura 58 – Spostamenti generati (in uscita da Cagliari – Fonte PUM)

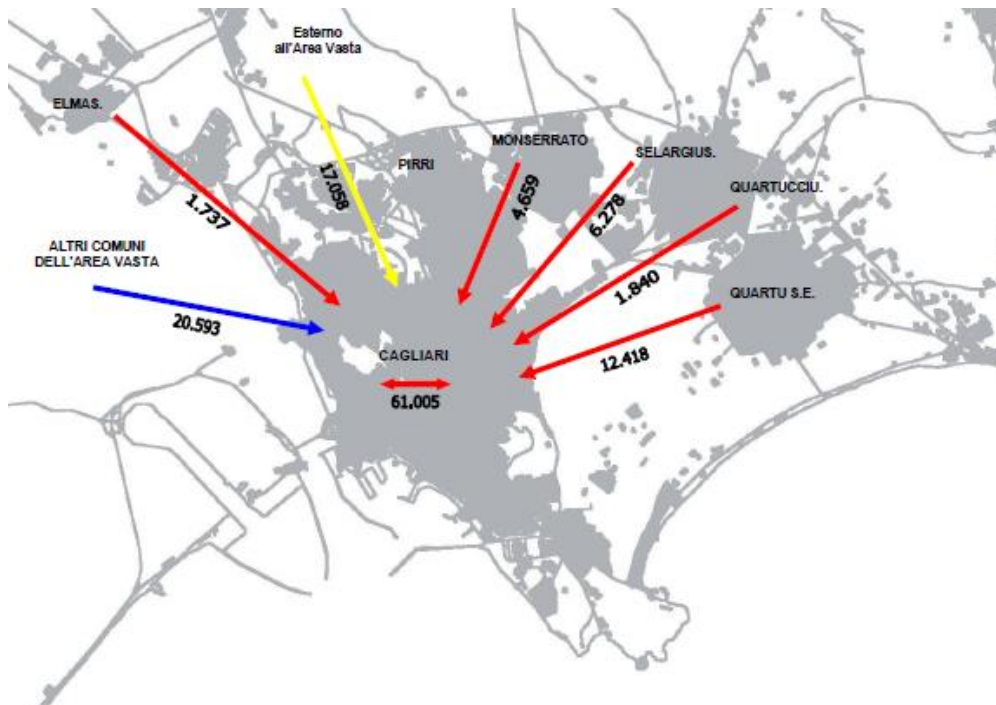


Figura 59 – Spostamenti attratti (in entrata a Cagliari – Fonte PUM)

Come desumibile dalla Figura 60, tale schema si caratterizza per una netta prevalenza di assi radiali con assetto monocentrico rispetto agli assi trasversali.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 60 – Principali assi di flusso dell'area vasta cagliaritana

A livello di area vasta lo schema a raggiera è costituito dai seguenti assi (in senso orario a partire dal versante costiero sud-occidentale):

- S.S. 195, principale direttrice costiera SW;
- Nuova via San Paolo;
- S.S. 130 (viale Elmas),
- S.S. 131 (viale Monastir);
- S.S. 387 (Dolianova),
- S.S. 125 (Orientale sarda);
- S.P. 17 (viale Poetto).

Come risulta dalla Tabella 18, gli spostamenti complessivi generati sono 186.248, di cui 76.278 per studio e 109.970 per lavoro. Cagliari genera il maggior numero di viaggi (circa 72.000) mentre il comune che fa registrare il numero minore è Villa San Pietro con poco meno di 800. La generazione dei comuni è stata studiata dal Piano Urbano della Mobilità (PUM) di Cagliari attraverso il calcolo e l'interpretazione dell'indice di generazione ottenuto come rapporto tra gli spostamenti effettuati e i residenti che restituisce una misura del numero di spostamenti pro-

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

capite del comune. Questo indicatore, calcolato per gli spostamenti complessivi, assume il valore più alto a Selargius, (0,51) ed Elmas (0,49). I valori più bassi sono invece Sarroch (0,42) e Maracalagonis (0,39). Cagliari, con 0,44, si colloca a metà graduatoria.

Generazione Lav.+Studio		Generazione Studio		Generazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	71.939	Cagliari	27.189	Cagliari	44.750
Quartu S.E.	32.048	Quartu S.E.	13.862	Quartu S.E.	18.186
Selargius	13.992	Selargius	5.967	Selargius	8.025
Assemini	11.612	Assemini	4.828	Assemini	6.784
Capoterra	10.277	Capoterra	4.322	Capoterra	5.955
Monsezzato	9.843	Monsezzato	4.109	Monsezzato	5.734
Sestu	7.286	Sinnai	3.204	Sestu	4.253
Sinnai	6.555	Sestu	3.033	Sinnai	3.351
Quartucciu	4.802	Quartucciu	2.005	Quartucciu	2.797
Elmas	3.847	Elmas	1.592	Elmas	2.255
Decimomannu	2.945	Decimomannu	1.325	Pula	1.734
Pula	2.865	Maracalagonis	1.265	Decimomannu	1.620
Settimo S. P.	2.641	Settimo S. P.	1.232	Settimo S. P.	1.409
Maracalagonis	2.609	Pula	1.131	Maracalagonis	1.344
Sarroch	2.204	Sarroch	889	Sarroch	1.315
Villa San Pietro	783	Villa San Pietro	325	Villa San Pietro	458
Totale	186.248	Totale	76.278	Totale	109.970

Tabella 18 – Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) generati dai comuni dell'Area

La situazione cambia sensibilmente se l'indice viene calcolato considerando soltanto gli spostamenti intercomunali. In questo caso i valori più elevati individuano i casi in cui i residenti sono costretti a recarsi fuori dal proprio comune per svolgere le attività di studio e di lavoro. Selargius è il comune nel quale l'indice è più elevato (0,34) insieme ad Elmas e Quartucciu (0,31). In coda alla classifica si trovano invece Sarroch (0,16), Pula (0,14) e Cagliari (0,07). Il valore relativo al centro di Sarroch, in particolare, indica che gli abitanti trovano le opportunità di lavoro e studio prevalentemente nel territorio del comune.

Generazione Lav.+Studio		Generazione Studio		Generazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Quartu S.E.	16.906	Quartu S.E.	4.875	Quartu S.E.	12.031
Cagliari	10.934	Selargius	3.068	Cagliari	9.041
Selargius	9.353	Assemini	2.205	Selargius	6.285
Assemini	6.538	Capoterra	1.906	Monsezzato	4.519
Monsezzato	6.319	Cagliari	1.893	Assemini	4.333
Capoterra	6.167	Monsezzato	1.800	Capoterra	4.261
Sinnai	3.985	Sinnai	1.518	Sestu	2.647
Sestu	3.946	Sestu	1.299	Sinnai	2.467
Quartucciu	3.367	Quartucciu	1.182	Quartucciu	2.185
Elmas	2.428	Elmas	832	Elmas	1.596
Settimo S. P.	1.734	Settimo S. P.	641	Settimo S. P.	1.093
Decimomannu	1.486	Maracalagonis	574	Decimomannu	1.059
Maracalagonis	1.474	Sarroch	430	Maracalagonis	900
Pula	886	Decimomannu	427	Pula	502
Sarroch	817	Pula	384	Sarroch	387
Villa San Pietro	531	Villa San Pietro	155	Villa San Pietro	376
Totale	76.871	Totale	23.189	Totale	53.682

Tabella 19 – Spostamenti intercomunali giornalieri generati dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Gli spostamenti complessivamente attratti dai 16 comuni sono 205.021, di cui 85.153 per studio e 119.868 per lavoro (Tabella 20). Il ruolo attrattore del comune di Sarroch, con 3.338 spostamenti per lavoro, è estremamente significativo, in particolare se rapportato ai comuni esterni all'area metropolitana di Cagliari (spostamenti attratti/popolazione residente = 0.63) . Considerando i soli spostamenti intercomunali (Tabella 21), la capacità attrattiva del territorio di Sarroch per finalità lavorative emerge con maggiore evidenza, a testimonianza della rilevanza del polo petrolchimico ed energetico nell'ambito delle dinamiche della mobilità a livello provinciale.

Attrazione Lavoro+Studio		Attrazione Studio		Attrazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	122.011	Cagliari	48.007	Cagliari	74.004
Quartu S.E.	19.633	Quartu S.E.	9.749	Quartu S.E.	9.884
Monerrato	10.293	Monerrato	6.940	Assemini	5.852
Assemini	8.685	Selargius	4.196	Elmas	4.360
Selargius	8.320	Assemini	2.833	Sestu	4.133
Sestu	6.045	Capoterra	2.484	Selargius	4.124
Elmas	5.757	Sestu	1.912	Monerrato	3.353
Capoterra	4.923	Sinnai	1.765	Sarroch	3.338
Sarroch	3.900	Decimomannu	1.761	Capoterra	2.439
Decimomannu	3.494	Elmas	1.397	Pula	2.002
Sinnai	3.195	Pula	1.047	Quartucciu	1.754
Pula	3.049	Quartucciu	963	Decimomannu	1.733
Quartucciu	2.717	Maracalagonis	722	Sinnai	1.430
Maracalagonis	1.387	Settimo S. P.	628	Maracalagonis	665
Settimo S. P.	1.256	Sarroch	562	Settimo S. P.	628
Villa San Pietro	356	Villa San Pietro	187	Villa San Pietro	169
Totale	205.021	Totale	85.153	Totale	119.868

Tabella 20 – Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) attratti dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)

Attrazione Lavoro+Studio		Attrazione Studio		Attrazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	61.006	Cagliari	22.711	Cagliari	38.295
Monerrato	6.769	Monerrato	4.631	Quartu S.E.	3.729
Quartu S.E.	4.491	Selargius	1.297	Elmas	3.701
Elmas	4.338	Decimomannu	863	Assemini	3.401
Selargius	3.681	Quartu S.E.	762	Sestu	2.527
Assemini	3.611	Elmas	637	Sarroch	2.410
Sestu	2.705	Pula	300	Selargius	2.384
Sarroch	2.513	Assemini	210	Monerrato	2.138
Decimomannu	2.035	Sestu	178	Decimomannu	1.172
Quartucciu	1.282	Quartucciu	140	Quartucciu	1.142
Pula	1.070	Sarroch	103	Pula	770
Capoterra	813	Sinnai	79	Capoterra	745
Sinnai	625	Capoterra	68	Sinnai	546
Settimo S. P.	349	Settimo S. P.	37	Settimo S. P.	312
Maracalagonis	252	Maracalagonis	31	Maracalagonis	221
Villa San Pietro	104	Villa San Pietro	17	Villa San Pietro	87
Totale	95.644	Totale	32.064	Totale	63.580

Tabella 21 – Spostamenti intercomunali giornalieri attratti dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.10.4 Il contesto economico

D.3.10.4.1 Il contesto internazionale e nazionale

Relativamente al contesto economico internazionale e nazionale, al quale deve necessariamente orientarsi l'interesse dell'industria delle energie rinnovabili, dopo una crescita del PIL mondiale del 4,9% nel 2021, le stime del Fondo Monetario Internazionale prevedono per l'economia mondiale una crescita del 4,4% nel 2022 e del 3,8% nel 2023: le cause di queste stime, ridotte rispetto a quanto previsto inizialmente, sono da ricercare nell'ulteriore dilagare della variante Omicron e nell'inflazione, nonché in emergenti tensioni geopolitiche, come quelle tra Ucraina e Russia. Per quanto riguarda l'Italia, il FMI stima un incremento del PIL nazionale del +3,8% nel 2022 e del +2,2% nel 2023.

La decrescita e la successiva crescita economica associate all'emergenza sanitaria da COVID-19 risultano essere distribuite in modo eterogeneo e con intensità differenti nelle varie aree del mondo. Ad esempio, il livello del PIL statunitense previsto per il 2024 dovrebbe essere maggiore di quello del periodo pre-pandemia. Oltre alla categoria dei mercati emergenti europei, gran parte degli altri Paesi emergenti ha registrato notevoli cali di produzione durante il COVID. In generale, le economie dei mercati emergenti hanno perso circa 12-14 mesi di crescita a causa della pandemia, mentre le economie sviluppate hanno perso solo 6-8 mesi.

L'OCSE (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) ha condotto uno studio simile sul PIL pro capite, mostrando che gli Stati Uniti e la Corea hanno raggiunto livelli di reddito pro capite pre-pandemici circa 18 mesi dopo la diffusione del coronavirus. L'Europa dovrebbe impiegare generalmente 2-3 anni per raggiungere questo livello, mentre molti Paesi emergenti, tra cui il Messico e il Sudafrica, dovrebbero impiegare 3-5 anni.

D'altro canto, vi sono invece paesi che hanno trovato beneficio dalla situazione pandemica. Tra questi vi è *in primis* la Cina che è cresciuta del 2,3% nel 2020, quando l'area Euro ha invece subito una recessione del 6,6%.

Del resto nell'*annus horribilis* della pandemia, l'economia cinese secondo il Fondo Monetario Internazionale è riuscita a conservare il segno più, crescendo del 2,3%. Meglio ancora hanno fatto il Vietnam, +2,9%, il Bangladesh, Paese già in boom economico prima del Covid, con un +3,8% e l'Etiopia, che nell'ultimo decennio si è affermata come una delle migliori economie in Africa, con una crescita spesso in doppia cifra. Nel 2020 è riuscita a raggiungere una crescita del +6,1%.

Il divario rispetto al calo del PIL è ampio con gli Stati Uniti (3,5%) ma ancora più stridente è il confronto con l'area euro, in cui il PIL è arretrato del 6,6%, con grandi Paesi come Italia e Spagna, che hanno fatto ancora peggio della media, con recessioni dell'8,9% e dell'11% rispettivamente.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Naturalmente anche prima del 2020 i tassi di crescita dei Paesi più dinamici tra quelli emergenti erano superiori a quelli europei e americani, ma l'anno scorso il gap è cresciuto a livelli record. I 4 punti che separavano nel 2019 il +5,8% della Cina e il +1,8% dell'Eurozona sono divenuti l'anno successivo 8,9.

Così la Cina nel 2020 è stata responsabile del 18,3% del prodotto interno lordo mondiale, in aumento di ben un punto rispetto al 2019. A restringersi sono state le porzioni di quasi tutti i Paesi avanzati, ad eccezione degli Stati Uniti. La Germania rappresentava l'anno scorso il 3,42% del PIL mondiale, in diminuzione rispetto al 3,47% del 2019, mentre l'Italia, che era scesa appena sotto il 2% due anni fa, l'anno scorso ha ulteriormente perso quote, andando all'1,87%. Mentre la percentuale di PIL mondiale della UE che tra 2018 e 2019 era calata solo di un decimale, da 15,5% a 15,4%, nel 2020 è scesa di colpo al 14,9%.

Le ragioni alla base di questa accelerazione dei trend economici sono note: nei Paesi in via di sviluppo le restrizioni applicate per frenare la pandemia sono state dopo la primavera del 2020 molto più blande che nei Paesi avanzati, in particolare in quelli europei. Sia perché il virus è stato tenuto a bada in modo efficace, come nell'Est dell'Asia, sia per la diversa composizione demografica che vede il peso della terza età essere molto inferiore.

La demografia è infatti un fattore decisivo di spinta della crescita: una buona parte dell'aumento del PIL è dovuto solo all'incremento della popolazione, più sostenuto in questa parte del mondo che in Europa o negli USA.

Le stime ISTAT per l'economia italiana nel 2022 risultano più ottimiste di quelle del FMI. L'ISTAT prevede infatti nel 2022 una crescita del +4,7%.

Secondo quanto dichiarato, l'aumento del Pil sarà determinato prevalentemente dal contributo della domanda interna al netto delle scorte (+4,4 punti percentuali nel 2022) a cui si assocerebbe un apporto più contenuto della domanda estera netta (+0,3 punti percentuali nel 2022). Le scorte fornirebbero invece un contributo nullo.

Gli investimenti sosterranno la ripresa con una intensità del +7,5%, meno accentuata di quanto stimato per il 2021 (+15,7%). Anche i consumi delle famiglie residenti e delle ISP segneranno un deciso incremento (+4,8%).

L'evoluzione dell'occupazione, misurata in termini di ULA (Unità Lavorative per Anno), seguirà il miglioramento dell'attività economica con un aumento del +4,1%, meno accentuato di quello del 2021 (+6,1%). L'andamento del tasso di disoccupazione rifletterà invece la progressiva normalizzazione del mercato del lavoro, con una riduzione nel 2022 (9,3%) rispetto all'incremento stimato nel 2021 (9,6% nel 2021, 9,3% nel 2022).

Il deflatore della spesa delle famiglie residenti aumenterà del 2,2% nel 2022, risentendo della fase di accelerazione dell'inflazione che si protrae dal 2021.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.3.10.4.2 Il contesto regionale e della provincia di Cagliari

Come il resto d'Italia, anche la Sardegna ha risentito della crisi sanitaria e il 2020 si è concluso con una riduzione del Pil regionale del -9,6%, peggiore del dato nazionale (- 8,9%) e di quello del Mezzogiorno (-8,6%). Nel 2021, l'economia regionale è stata connotata da una buona ripresa del settore turistico, seppur con le difficoltà legate alla questione dei trasporti, da una ripresa del settore delle costruzioni e dell'export petrolifero; nel 2022 il Pil regionale dovrebbe registrare una crescita superiore a quella media delle regioni del Mezzogiorno, ma al contempo ben lontana da quanto atteso per il Pil nazionale. La Cna (Confederazione italiana dell'Artigianato e della piccola e media impresa) stima infatti una crescita regionale che fatterà a superare il +4% (+3,5% la stima per il Mezzogiorno), contro una crescita nazionale fissata al +6,7%.

Tra gli elementi di criticità del sistema economico sardo ci sono, secondo l'organizzazione, la debolezza del tessuto produttivo e la scarsa capacità di autofinanziamento delle imprese: a giugno 2021 il tasso di interesse medio pagato dalla PMI è stato il più elevato tra le regioni italiane. Inoltre, la struttura del mercato del lavoro regionale è caratterizzata da una quota elevata di precari (18,5%) e da alti livelli di disoccupazione giovanile (18,8% nelle classi di età 24-34 anni).

La Sardegna è la quarta regione per incidenza del turismo sull'occupazione e la terza per incidenza del turismo sul valore aggiunto. Le esportazioni, rappresentate per oltre l'80% da prodotti petroliferi raffinati, contribuiscono molto meno della media nazionale alla formazione di ricchezza della Sardegna: 18,5% contro il 26% medio nazionale. Inoltre, l'elevato livello delle importazioni determina un eccessivo contributo estero alla formazione del reddito regionale e rende l'economia sarda più vulnerabile.

Gli effetti della crisi pandemica sul mercato del lavoro regionale sono stati significativi. Da marzo 2020 il saldo tra attivazioni e cessazioni dei contratti alle dipendenze nel settore privato non agricolo ha cominciato a ridursi, diventando fortemente negativo ad aprile, soprattutto nei settori del turismo e dei servizi per il tempo libero. Il recupero dei mesi estivi è stato parziale e si è interrotto con la fine della stagione turistica: al termine del 2020 sono state create oltre 6.000 posizioni di lavoro in meno rispetto al 2019, pari a 2,6 posti ogni 100 dipendenti. Il calo degli occupati, sebbene significativo, è stato contenuto dal ricorso agli strumenti di integrazione salariale, dal blocco dei licenziamenti e dalle misure di sostegno alle imprese. Una quota rilevante della riduzione ha riguardato le fasce di età più giovani, maggiormente impiegati nei settori più colpiti e con contratti a tempo determinato. Le restrizioni alla mobilità e il deterioramento delle prospettive occupazionali hanno ridotto la partecipazione al mercato del

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

lavoro soprattutto per le donne. Nonostante il calo degli occupati, il tasso di disoccupazione è diminuito, in presenza di un forte aumento di quello di inattività. Il reddito delle famiglie sarde si è sensibilmente ridotto, soprattutto per il calo delle ore lavorate. La dinamica è stata parzialmente mitigata dalle misure pubbliche di contrasto alla pandemia, che hanno aumentato le prestazioni sociali alle famiglie. È salita la quota delle persone in famiglie prive di redditi da lavoro, comportando una crescita della disuguaglianza, dopo il calo rilevato negli anni precedenti. Come osservato a livello nazionale i consumi sono diminuiti a un tasso superiore rispetto al reddito, e la liquidità delle famiglie è mediamente aumentata. I prestiti alle famiglie hanno rallentato. Il marcato calo dei consumi si è riflesso sul credito destinato al loro finanziamento, la cui crescita si è sostanzialmente azzerata. La dinamica del mercato immobiliare ha influito inoltre sull'andamento dei mutui per l'acquisto di abitazioni, che si è indebolito nella prima parte del 2021 ed ha accelerato nella seconda metà.

D.3.10.4.3 Le dinamiche demografiche di impresa nella provincia di Cagliari

Al 31 dicembre 2020, le imprese registrate presso la Camera di Commercio di Cagliari sono 70.720, di cui 58.743 attive (83% del totale), 7.950 inattive e 4.027 con procedure concorsuali, sospese o in scioglimento/liquidazione.

Si riporta di seguito un prospetto della Camera di Commercio di Cagliari-Oristano, che rappresenta le imprese registrate suddivise per settore economico.

Imprese registrate per settore economico al 31/12/2020 e tasso di crescita anni 2019-2020		
	Valori assoluti	Tasso di crescita annuale composto
		2020/2019
Agricoltura e attività connesse	10.859	-0,2
Attività manifatturiere, energia, minerarie	4.891	-0,2
Costruzioni	8.801	1,1
Commercio	18.823	-0,6
Turismo	5.799	1,5
Trasporti e Spedizioni	1.877	-0,7
Assicurazioni e Credito	1.158	1,0
Servizi alle imprese	7.320	2,1
Altri settori	4.504	1,7
Totale Imprese Classificate	64.032	0,4
Totale Imprese Registrate	70.720	0,1

Secondo i dati del Registro delle imprese, nella distribuzione per settore economico, il commercio continua a detenere il maggior numero di attività registrate (18.823 unità che corrispondono a 26,6% del totale). Seguono il settore agricolo e attività connesse (15,3% del totale), costruzioni (12,4%) e i servizi alle imprese (10,3%). Il settore delle attività manifatturiere, minerarie e dell'energia rappresenta invece circa il 7% del totale, meno del settore turistico che rappresenta l'8% del totale.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tenendo conto anche delle unità locali, nel caso di imprese plurilocalizzate che operano in sedi diverse dalla sede legale, il numero di unità registrate presso la Camera di Commercio di Cagliari sale a 85.707.

Per quanto riguarda invece il tasso di sopravvivenza delle aziende, si riporta un prospetto riassuntivo della Camera di Commercio che presenta l'evoluzione strutturale del fenomeno. Il tasso di sopravvivenza è calcolato sul numero delle imprese attive nate nel triennio precedente e che risultano ancora vive dopo uno, due o tre anni.

Tasso di sopravvivenza delle imprese iscritte negli anni 2017, 2018 e 2019 a uno, due e tre anni per settore economico						
	Iscritte nel 2017			Iscritte nel 2018		Iscritte nel 2019
	2018	2019	2020	2019	2020	2020
Agricoltura e attività connesse	95,0	90,9	88,1	95,5	91,0	96,5
Attività manifatturiere, energia, minerarie	96,0	92,6	87,9	94,1	88,2	96,0
Costruzioni	87,9	80,5	77,4	93,6	87,6	94,8
Commercio	91,4	81,0	73,7	91,6	84,0	92,6
Turismo	94,5	82,0	76,2	92,7	84,0	95,1
Trasporti e Spedizioni	98,5	95,5	85,1	98,1	92,6	100,0
Assicurazioni e Credito	76,1	65,7	55,2	89,2	80,7	85,7
Servizi alle imprese	91,8	84,3	78,1	89,5	82,0	93,6
Altri settori	94,7	86,6	78,9	95,1	86,6	95,4
Totale Imprese Classificate	92,3	84,2	78,4	92,6	85,4	94,2

Come evidente dal prospetto riportato, l'andamento del tasso di sopravvivenza delle imprese è alquanto costante sia nel corso del tempo sia per settore economico, ad eccezione dei settori del commercio, del turismo, dei servizi alle imprese e delle assicurazioni per cui si osservano le maggiori riduzioni di tasso di sopravvivenza nel tempo, arrivando ad una sopravvivenza solo dell'85,7% dopo un anno dalla nascita nel settore del credito.

Per quanto riguarda il 2021, l'ultimo dato disponibile relativo alle imprese registrate è del 31 agosto 2021: a questa data il numero di imprese risulta essere di 70.795 unità, pari allo 0,7% in più rispetto ad agosto 2020. Inoltre, per il periodo aprile-agosto 2021 si riportano le iscrizioni e le cessazioni mensili delle aziende nella Città Metropolitana di Cagliari: il saldo complessivo tra le due categorie nel periodo considerato risulta essere positivo.

D.3.11 Risorse naturali

D.3.11.1 Premessa

Il concetto di risorse naturali racchiude oggi al suo interno le materie prime (minerali, biomassa e risorse biologiche), i comparti ambientali (aria, acqua, suolo), le risorse di flusso (energia eolica, geotermica, mareomotrice e solare), nonché lo spazio fisico, ovvero la superficie terrestre. Un'ulteriore definizione le distingue in "rinnovabili", ovvero in linea teorica non esauribili con lo sfruttamento, e "*non rinnovabili*" (ad esempio il carbone, il petrolio, il gas naturale, i prodotti per l'edilizia etc.).

Nel corso della sua storia, il pianeta ha incrementato la varietà e la disponibilità delle risorse, manifestatasi attraverso una sempre maggiore complessità di organizzazione, accumulo e distribuzione delle stesse, dal cui delicato equilibrio dipende il sostentamento di tutte le forme di vita animale e vegetale. In origine, le uniche risorse naturali disponibili erano i minerali e l'energia solare; in seguito, attraverso la formazione di risorse come l'aria e l'acqua, si è assistito allo sviluppo di nuove forme di vita vegetali e animali, da cui ha preso avvio la formazione di suolo, fondamentale per lo sviluppo delle specie e l'accrescimento di nuove ulteriori risorse, quali idrocarburi e combustibili fossili.

Peraltro, negli ultimi cinquant'anni, un non razionale utilizzo, seppur determinante ai fini della dello sviluppo economico a cui si è assistito, nonché la velocità d'impiego su scala globale, hanno comportato un progressivo depauperamento delle risorse del pianeta, manifestatosi attraverso una sempre minore disponibilità di materie prime e un persistente degrado dei vari comparti ambientali.

In tal senso i Paesi più evoluti, ed in particolare l'Unione Europea, quest'ultima fortemente dipendente dalle risorse provenienti da altri continenti, hanno impostato una politica finalizzata alla riduzione degli impatti ambientali negativi e nel contempo mirata allo sviluppo economico derivante da un migliore utilizzo delle risorse.

La suddetta strategia prevede una serie di iniziative finalizzate al:

- miglioramento della conoscenza dell'utilizzo del risorse e dell'impatto negativo causato su scala globale;
- impostazione degli strumenti idonei per il monitoraggio e successivo rapporto dei progressi compiuti;
- promozione dell'applicazione di indirizzi e processi strategici in merito;
- sensibilizzazione di tutti i soggetti interessati in merito agli eventuali impatti negativi conseguenti all'uso avventato delle risorse.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Con tali presupposti, un utilizzo razionale delle fonti energetiche fossili rappresenta indubbiamente un fattore chiave nella strategia per l'uso sostenibile delle risorse naturali.

D.3.11.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione d'impatto

D.3.11.2.1 Consistenza delle risorse naturali a livello globale

La questione del consumo di risorse è diventata di sempre maggiore rilevanza all'interno del dibattito pubblico a livello globale, tanto da aver dato inizio all'individuazione anno per anno del cosiddetto Earth Overshoot Day, ossia il giorno in cui la popolazione mondiale esaurisce tutte le risorse naturali "messe a disposizione" dal pianeta Terra per l'anno considerato. Di anno in anno, questa data è raggiunta con un anticipo sull'anno precedente e la situazione è destinata ad aggravarsi con l'incremento dell'industrializzazione: al momento i paesi occidentali consumano 20-25 tonnellate di materie per persona ogni anno, i mercati emergenti ne consumano circa 10, mentre quelli africani solamente 3. Se tutti gli attuali 7,4 miliardi di individui vivessero secondo i canoni occidentali, ogni anno dovremmo estrarre oltre 185 miliardi di tonnellate di materie prime, ovvero oltre 2,5 volte il consumo attuale. In questo contesto, si stanno sviluppando a livello internazionale strategie per contrastare questi fenomeni.

Il progetto oggetto del presente SIA, volto alla costruzione di un impianto per la produzione di idrogeno verde, si colloca nell'ambito del programma Next Generation EU (NG-EU), promosso dall'Unione europea per aiutare gli Stati membri nella ripresa post pandemica ma con un'attenzione centrale sul tema della sostenibilità ambientale. Il documento presentato dall'Italia per accedere ai fondi del Dispositivo per la Recovery and Resilience Facility (RRF), strumento chiave del NG-EU, è il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) "*Italia domani*".

In particolare, il Ministero della Transizione ecologica si propone di accelerare l'innovazione e rendere l'Italia leader della transizione ecologica, fissando i seguenti obiettivi:

- rendere l'Italia più resiliente ai cambiamenti climatici;
- rendere il sistema italiano più sostenibile nel lungo termine garantendone la competitività;
- sviluppare una leadership internazionale e di knowledge nelle principali filiere della transizione;
- assicurare una transizione inclusiva ed equa, massimizzando i livelli occupazionali, con particolare riferimento alle donne e ai giovani, e contribuendo alla riduzione del divario territoriale;
- aumentare consapevolezza e cultura su sfide e tematiche ambientali.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Il MiTE lavorerà soprattutto alla Missione 2 del PNRR, “*Rivoluzione verde e transizione ecologica*”, che si prefigge l’obiettivo di colmare le lacune strutturali che ostacolano il raggiungimento di un nuovo e migliore equilibrio fra natura, sistemi alimentari, biodiversità e circolarità delle risorse, in linea con gli obiettivi del Piano d’azione per l’economia circolare varato dall’Unione europea nel marzo del 2020. La Missione si articola in quattro diverse Componenti e la Componente 2, “*Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile*”, è quella all’interno della quale ricade il presente progetto.

La Componente 2 ha come obiettivo quello di contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso importanti linee di riforme e investimenti, incrementando la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili, potenziare e digitalizzare le infrastrutture di rete, promuovere la produzione, la distribuzione e gli usi finali dell’idrogeno, incentivare la crescita di un trasporto locale più sostenibile e sviluppare nel nostro Paese catene di fornitura competitive nelle aree a maggior crescita che consentano di ridurre la dipendenza da importazioni di tecnologie ed anzi di farne motore di occupazione e crescita. In particolare, per la realizzazione delle cosiddette “*Hydrogen valleys*” sarà destinato un investimento del valore di 500 milioni di euro.

D.3.11.2.2 Consistenza delle risorse naturali a livello locale

Per le finalità del presente SIA, a livello locale, il sistema delle risorse naturali può ragionevolmente identificarsi con la risorsa suolo e con la risorsa acqua. Dalla risorsa suolo discende lo sviluppo economico tradizionale del territorio, legato prevalentemente ai settori produttivi agricoli e dell’agroindustria, nonché delle attività zootecniche. Agli aspetti concernenti il consumo di suolo, inoltre, si associano i processi di prevenzione e controllo del rischio idrogeologico.

Nel caso in esame, l’intervento si localizza interamente entro le pertinenze dell’esistente stabilimento Sarlux, in ambiti espressamente asserviti all’insediamento e conduzione di impianti industriali, escludendo ogni eventuale conflitto d’uso con altre possibili destinazioni funzionali.

Per quanto riguarda la risorsa acqua, si riportano le considerazioni fatte nel 2008 dall’Istituto di Studi sulle Relazioni Industriali in occasione della valutazione intermedia sul Programma Operativo della Regione Sardegna dal 2000 al 2006 (POR 2000-2006), nonché le strategie adottate negli anni successivi per contrastare quanto emerso dalle precedenti valutazioni.

Il sistema idrico della Sardegna a causa delle fluttuazioni climatiche nell’isola e dell’uso poco attento della risorsa risulta inaffidabile e inadeguato. Questo sistema ha spesso esposto il territorio a gravi situazioni di emergenza.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

A partire dagli anni '90, alle scarse precipitazioni, concentrate prevalentemente nel periodo autunnale, si sono affiancati lunghi periodi di siccità, sia nel corso dell'anno che su scala temporale pluriennale con l'alternanza di annate siccitose ad annate di maggiore abbondanza. Gli eventi climatici sfavorevoli hanno determinato una crisi dei deflussi, tanto che il volume accumulato nei serbatoi regionali si è ridotto fino a toccare un minimo storico nel 2000 con appena il 25% della capacità globale esistente.

La Sardegna, pertanto, nel corso degli anni '90, è stata caratterizzata da una perdurante siccità che ha portato a vere e proprie crisi idriche, con conseguente stato di emergenza in cui la regione è stata costretta a ridurre la distribuzione di acqua per i diversi usi.

Nel corso del primo decennio degli anni 2000, a causa delle particolari condizioni climatiche e morfologiche della regione, la disponibilità di acqua rimane ancora limitata e distribuita in modo non uniforme sul territorio regionale.

Le cause di tale emergenza idrica non sono da ricercare solo nei fattori naturali quali l'evoluzione del clima, il riscaldamento dell'atmosfera, la forte riduzione delle precipitazioni e la conseguente siccità, che comportano una riduzione nei deflussi naturali, bensì anche in altri fattori. In primo luogo, la riduzione dei volumi di acqua dipende anche dalla carenza di infrastrutture adeguate, con reti acquedottistiche caratterizzate da condotte idrauliche ormai obsolete, che comportano una enorme dispersione di risorsa, soprattutto nei sistemi idrici urbani dove le perdite raggiungono a volte il 30-40% superando abbondantemente la soglia di dispersione considerata accettabile che si aggira intorno al 5%. La mancanza d'acqua può dipendere anche dal suo cattivo uso. E' regola, nelle società occidentali industrializzate, considerare l'acqua come un bene gratuito o di basso costo senza un vero e proprio valore economico. Questa concezione errata determina investimenti non redditizi soprattutto in agricoltura e comporta un consumo eccessivo e improprio della risorsa idrica.

La non piena consapevolezza da parte degli enti gestori e della società civile della necessità di amministrare la risorsa idrica in maniera attenta e corretta, nel rispetto dei diversi usi cui è destinata, determina una grave scarsità e dispersione di risorse.

Infine, un altro aspetto che in qualche modo contribuisce ad aggravare la situazione delle scarse risorse idriche è rappresentato dal fatto che la Sardegna, come del resto l'intero Mezzogiorno, ha un'economia basata prevalentemente sullo sviluppo di settori economici idroesigenti, quali l'agricoltura irrigua, l'industria di base e il turismo balneare.

Per salvaguardare le risorse idriche anche per le future generazioni è stato dunque necessario sviluppare delle strategie basate sulla gestione integrata dell'acqua, volte alla realizzazione di azioni di contenimento della domanda, di recupero, di tariffazione, di educazione e legali. Queste strategie si sono tradotte concretamente negli strumenti di pianificazione individuati dalla Regione Sardegna, quali il Piano di Tutela delle Acque, il Piano Regolatore Generale

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Acquedotti, il Piano stralcio PSRI, il Piano di gestione di distretto, di cui si rimanda al Quadro di riferimento programmatico (*Elaborato AM-RT10001*) del presente studio per un maggiore approfondimento.

La riduzione del fabbisogno idrico (che si identifica con la parte di acqua necessaria a soddisfare la domanda dei vari utilizzatori e da quella dovuta alle perdite di rete) può essere attuata attraverso una riduzione dei consumi e una riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione, riparando tutti i malfunzionamenti e sostituendo le tubazioni deteriorate.

L'aumento di disponibilità idrica si può attuare, invece, attraverso l'individuazione di nuove fonti di approvvigionamento; ma anche modificando la capacità di sfruttamento di tale risorsa.

Per ridurre il fabbisogno e nello stesso tempo aumentare la disponibilità è necessario, infatti, agire anche sugli sprechi attraverso azioni culturali, di educazione e informazione agli utenti del servizio.

Infine, risulta di fondamentale importanza anche il recupero delle risorse non convenzionali, come il riutilizzo delle acque reflue.

Si procede ora con una disamina delle fonti di approvvigionamento idrico in Sardegna, secondo quanto indicato all'interno del medesimo documento prodotto in occasione della valutazione intermedia del POR 2000-2006.

La Sardegna è la regione italiana nella quale sono state realizzate, mediante dighe e bacini artificiali, le più imponenti opere di regolamentazione dei corsi d'acqua.

I principali fiumi della Sardegna sono generalmente sbarrati da grandi dighe che danno luogo a laghi artificiali di grandi dimensioni. attraverso uno sbarramento sul Tirso nel 1923 è stato creato il più vasto lago artificiale d'Italia: il lago Omodeo, che presenta una superficie di 22 km².

L'isola ha tre fiumi di ampia portata: il Tirso (150 km), il Flumendosa (127 km) e il Coghinas (123 km). Il Flumendosa nasce dal Gennargentu, lungo il suo percorso viene sbarrato da dighe in più punti e sfocia nella costa sudorientale dell'isola. Il Coghinas ha origine invece dai monti di Alà e alimenta il lago artificiale omonimo (17 km²) per confluire infine nel golfo dell'Asinara. L'unico lago naturale della Sardegna è il lago di Baratz, a nord di Alghero.

L'approvvigionamento idrico dell'isola deriva in parte da acque superficiali immagazzinate e regolate dai numerosi invasi presenti sull'isola (57%) e in parte da fonti di approvvigionamento sotterranee (43%), cioè dalle falde acquifere presenti nel sottosuolo.

Le fonti superficiali coprono circa 3/5 del fabbisogno idrico totale regionale, ma spesso forniscono un'acqua di bassa qualità a causa dell'inquinamento, derivante dallo stato carente delle reti fognarie, da impianti di trattamento non adeguati e dall'utilizzo eccessivo di nutrienti in ambito agricolo.

Le fonti sotterranee, invece, essendo di limitata entità vengono impiegate solo per fabbisogni locali, anche in conseguenza del recente e progressivo fenomeno di salinizzazione delle falde.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

I fabbisogni idrici complessivi su base annua in Sardegna, in base ai dati riportati nella valutazione *ex ante* ambientale del POR 2000 – 2006, per l'anno 2000 ammontavano a circa 1.162 Mmc/anno e si distribuivano per il 69,4% per uso irriguo, per il 25,4% per uso civile e per il 5,2% per uso industriale. Più in particolare, la Sardegna meridionale era la zona idrografica che necessitava del fabbisogno idrico maggiore (44% del fabbisogno totale stimato) seguita dalla Sardegna settentrionale (25,8%), centrale (21,4%) ed orientale (8,7%).

Fabbisogno idrico per zona idrografica distinto per tipologia di consumo. Anno 2000 (Mmc)

Zona idrografica	Fabbisogno idrico			
	Civili	Industriali	Irrigui	Totale
Sardegna settentrionale	102	28	170	300
Sardegna orientale	20	2	79	101
Sardegna centrale	32	5	212	249
Sardegna meridionale	141	26	345	512
SARDEGNA	295	61	806	1.162

Fonte: Valutazione ex-ante ambientale POR Sardegna 2000 - 2006

Dall'analisi dei fabbisogni idrici, per le varie zone idrografiche e per la Sardegna nel complesso, emerge che questi non erano mai completamente soddisfatti dalle risorse idriche disponibili. Queste ultime, infatti, coprivano solo il 53% del fabbisogno annuo regionale. La zona in cui il deficit risultava più elevato era la Sardegna meridionale che registrava una mancanza di risorse pari al 55% del fabbisogno complessivo, seguita da quella centrale con un deficit di fabbisogno del 45%, da quella settentrionale (41%) e da quella orientale (25%).

Secondo quanto riportato nel Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Sardegna (ultima rev. 2006), il fabbisogno idrico regionale stimato per usi civili nel 2041 sarà pari a 310,5 Mmc annui.

Non è inoltre da sottovalutare quanto emerge dall'analisi della dinamica dei fabbisogni annui di risorse idriche per uso civile stimati dal nuovo PRGA per il periodo 1991-2041, che si caratterizza per un tendenziale aumento nel corso del tempo.

Accanto alle risorse suolo e acqua, direttamente sfruttate nel progetto in oggetto, è necessario sottolineare le risorse che allo stato attuale lo stabilimento Sarlux utilizza per la produzione di idrogeno, le quali verranno parzialmente sostituite dalla realizzazione dell'impianto in oggetto. L'idrogeno è infatti una materia prima fondamentale per la raffineria, in quanto parte integrante dei processi di *hydrocracking* e *hydrotreatment*, e il suo approvvigionamento è oggi garantito da sistemi che si basano quindi sull'utilizzo di una fonte fossile per la sua produzione. La reazione di reforming infatti sfrutta come materie prime idrocarburi e vapore acqueo e si svolge in due fasi, il reforming primario e il reforming secondario: la prima reazione richiede temperature molto elevate e i prodotti sono monossido di carbonio e idrogeno; la seconda reazione ha lo

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

scopo di ridurre la quantità di idrocarburi residua nella miscela per incrementare la quantità di idrogeno e monossido di carbonio, mediante reazione con aria.

Inoltre anche l'ossigeno, che insieme all'idrogeno costituisce un prodotto del processo svolto dall'impianto in oggetto, è una risorsa importante per i processi della raffineria in quanto viene utilizzato per arricchire l'aria utilizzata in alcune unità produttive. Attualmente l'ossigeno è prodotto da un'azienda del territorio mediante processo di frazionamento dell'aria che comporta un consumo energetico da fonti convenzionali.

D.4 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

D.4.1 Atmosfera

D.4.1.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

D.4.1.1.1 Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi in sito

La fase di cantiere, analogamente a quanto riscontrabile per qualunque sito costruttivo di interventi infrastrutturali, sarà all'origine, in particolare durante i periodi secchi, dell'emissione di polveri a seguito della realizzazione delle opere civili e di movimentazione dei materiali.

I macchinari utilizzati saranno i tipici macchinari utilizzati per le opere civili e impiantistiche, quali ad esempio:

- macchine da scavo e movimento terra necessarie per la rottura del terreno, per lo scavo e il carico, per il livellamento e per il costipamento, come escavatori, pale meccaniche ed eventuali accessori;
- macchine per il trasporto e per il sollevamento carichi come gru, autogrù, elevatori e piattaforme aeree, autocarri, trattori e rimorchi.

Le principali sorgenti di emissione di polveri saranno riconducibili, prevalentemente, alle seguenti cause e/o attività elementari:

- apertura/livellamento di piste e piazzali;
- scavo con mezzi meccanici;
- stoccaggio temporaneo del materiale di scavo;
- movimentazione e caricamento su camion dei materiali

In generale, l'aspetto delle emissioni da traffico veicolare associato all'operatività del cantiere è preso in esame per completezza di trattazione ma può essere considerato un fattore scarsamente significativo in rapporto alla stima degli effetti sulla qualità dell'aria che caratterizza il territorio di interesse. Considerato il limitato numero di mezzi pesanti che quotidianamente saranno impegnati nel processo costruttivo (si stima al massimo circa 10 trasporti/giorno in andata e ritorno per circa 4 mesi, periodo di massima intensità dei flussi veicolari), ogni effetto sulla qualità dell'aria può ritenersi ragionevolmente di bassa entità, temporaneo (può manifestarsi indicativamente dalle 08:00 alle 18:00, ossia nell'orario di lavoro) nonché reversibile nel breve termine. Le prassi di analisi e valutazione ambientale consolidate, in tal senso, inducono a ritenere tali impatti meritevoli di una appropriata quantificazione allorquando

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

gli interventi da realizzare sottendano un apprezzabile flusso continuato di veicoli in orario diurno e notturno, come nel caso dei progetti di nuove strade di scorrimento urbane, importanti strade extraurbane o, ancora, attività industriali che presuppongano un flusso permanente di automezzi (p.e. attività estrattive).

D.4.1.1.2 Emissioni di H₂ e O₂ (sfiati)

In fase di esercizio, l'impianto non prevede emissioni inquinanti in atmosfera né direttamente né indirettamente (il consumo di energia elettrica è solo ed esclusivamente da fonte rinnovabile certificata all'origine), né di tipo convogliato né di tipo non convogliato. Le uniche emissioni in atmosfera che l'impianto in progetto produrrà deriveranno da alcuni sfiati, in particolare:

- impianto per la purificazione dell'azoto – NPU (PK-01): emissione in atmosfera di O₂ tramite n.1 sfiato di processo continuo di circa 0,0045 kg_{O2}/h. Tuttavia, tale sfiato è sostanzialmente costituito da ossigeno che non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera, quindi, non rappresenta un'emissione in atmosfera ai sensi della definizione dell'art.268.b. del D.lgs. n. 152/2006.
- moduli di elettrolisi PEM- ELY (PK-03): Sono presenti n.2 sfiati atmosferici discontinui. Tali sfiati sono sostanzialmente costituiti da idrogeno o ossigeno che non sono dannosi per l'ambiente una volta emessi in atmosfera e non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione dell'art. 268.b. del D.lgs. n. 152/2006.
- Impianto per la purificazione dell'idrogeno-HPU (PK-04): sono presenti n.2 sfiati di idrogeno, uno atmosferico discontinuo per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità di circa 18 kg/h e uno in pressione costituito dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale in casi di:
 - a) l'idrogeno non a specifica, ad esempio per fuori servizio o malfunzionamento dell'impianto o avviamento oppure
 - b) in situazioni di emergenza e quindi quando si ha necessità di evacuare rapidamente le linee, ad esempio per una sovrappressione.

Lo sfiato in pressione viene inviato alla rete dei *blowdown* di raffineria e quindi convogliato alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux. Tuttavia, tali sfiati sono sostanzialmente costituiti da idrogeno che non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera e, tantomeno, in torcia, in quanto in quest'ultima la combustione di idrogeno comporta la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$). In generale i due sfiati non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione dell'art. 268.b. del D.lgs. n. 152/2006.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Impianto per la purificazione dell'ossigeno-OPU (PK-06): sono presenti n.3 sfiati atmosferici discontinui di ossigeno, uno per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità e due per la depressurizzazione del compressore che opera in due fasi (uno sfiato per ogni fase). Lo scarico di ossigeno atmosferico per la rigenerazione verrà utilizzato anche in situazioni di fermata dell'impianto, di emergenza o scenari operativi di raffineria quando si avrà la necessità di evacuare rapidamente le linee. I tre sfiati non rappresentano un'emissione in atmosfera ai sensi della definizione dell'art.268.b. del D.lgs. n. 152/2006, in quanto sono composti da ossigeno che non è dannoso per l'ambiente.

D.4.1.1.3 Emissioni di gas serra in atmosfera dovute al processo produttivo

Come descritto nel Quadro di riferimento programmatico (*Elaborato AM-RT10001*) e nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*) del presente SIA, l'idrogeno è ormai ampiamente considerato un' importante fonte energetica per una transizione verso un sistema produttivo *carbon neutral*.

Attualmente, la quasi totalità della produzione di idrogeno avviene a partire da combustibili fossili, in particolare per *steam reforming* di metano (idrogeno "grigio") o dalla gassificazione del carbone (idrogeno "marrone").

La produzione di idrogeno può essere tuttavia anche ottenuta grazie al processo di elettrolisi dell'acqua e, se tale energia elettrica è prodotta da fonti rinnovabili, allora tale idrogeno è definito "*green*" ed è considerato "*a zero emissioni di CO₂*".

Il progetto oggetto del presente SIA, si inserisce in questo contesto, esso infatti prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di idrogeno verde da elettrolisi con potenza elettrica da 20 MW fornita da impianti di produzione di energia rinnovabile tramite un meccanismo di certificazione all'origine. In particolare, l'impianto in progetto utilizzerà circa 4 m³/h di acqua demineralizzata per produrre circa 4.000 Nm³/h di idrogeno e 2.000 Nm³/h di ossigeno che saranno immessi nella rete della Raffineria Sarlux.

L'idrogeno è una materia prima fondamentale per Sarlux in quanto è parte integrante dei propri processi di *hydrocracking* (MHC) e *hydrotreatment*, e il suo approvvigionamento è oggi garantito da sistemi che utilizzano fonti fossili per la sua produzione.

Inoltre, anche l'ossigeno, che insieme all'idrogeno è un flusso in uscita dal processo di elettrolisi, è una materia prima importante per i processi della raffineria in quanto viene utilizzato per arricchire l'aria utilizzata in alcune unità produttive. Si consideri che l'ossigeno tecnico, di cui

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

la raffineria si approvvigiona sul mercato, viene solitamente prodotto a livello industriale tramite un processo di frazionamento dell'aria che richiede elevati consumi energetici provenienti da fonti convenzionali.

D.4.1.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale

È ormai opinione condivisa nel mondo scientifico che l'inquinamento atmosferico e le emissioni di gas serra determinate dall'impiego dei combustibili fossili rappresentino una seria minaccia per lo sviluppo sostenibile.

Come noto, per “gas serra” si intendono quei gas presenti nell'atmosfera, di origine sia naturale che antropica, che, assorbendo la radiazione infrarossa, contribuiscono all'innalzamento della temperatura dell'atmosfera. Questi gas, infatti, permettono alle radiazioni solari di attraversare l'atmosfera mentre ostacolano il passaggio inverso di parte delle radiazioni infrarosse riflesse dalla superficie terrestre, favorendo in tal modo la regolazione ed il mantenimento della temperatura del pianeta. Questo processo è sempre avvenuto naturalmente ed è quello che garantisce una temperatura terrestre superiore di circa 33°C rispetto a quella che si avrebbe in assenza di questi gas.

Già dalla fine degli anni '70 cominciò ad essere rilevata la tendenza ad un innalzamento della temperatura media del pianeta, notevolmente superiore rispetto a quella registrata in passato, portando i climatologi ad ipotizzare che, oltre alle cause naturali, il fenomeno potesse essere attribuito anche alle attività antropiche. La prima Conferenza mondiale sui cambiamenti climatici, tenutasi nel 1979, avviò la discussione su “*come prevedere e prevenire potenziali cambiamenti climatici causati da attività umane che potrebbero avere un effetto negativo sul benessere dell'umanità*”.

Una svolta nella politica dei cambiamenti climatici si è avuta in occasione della Conferenza delle parti, tenutasi a Kyoto nel 1997, con l'adozione dell'omonimo Protocollo.

I sei gas ritenuti responsabili dell'effetto serra sono:

- l'anidride carbonica (CO₂), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali, oltre che nei trasporti;
- il metano (CH₄), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- il protossido di azoto (N₂O), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli idrofluorocarburi (HFC);
- i perfluorocarburi (PFC);
- l'esfluoruro di zolfo (SF₆), tutti e tre impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tra questi gas l'anidride carbonica è quello che apporta il maggiore contributo, sebbene, a parità di quantità emissioni in atmosfera, il metano possieda un "potenziale serra" maggiore. I quantitativi di anidride carbonica emessi in atmosfera, infatti, risultano di gran lunga superiori rispetto agli altri composti, rendendo tale gas il maggiore responsabile del surriscaldamento del pianeta.

Tipicamente le raffinerie utilizzano l'idrogeno per rimuovere impurezze (specialmente solfuri) e per raffinare le frazioni pesanti in prodotti più leggeri (processo di idrogenazione) e solitamente viene prodotto in loco nella sua forma "grigia", cioè a partire da gas naturale mediante Steam Methane Reformers (SMRs): questo processo non è a emissioni zero ma si stima che per ogni kg di H₂ prodotto vengano emessi dai 7 ai 10 kg di CO₂.

A livello globale, si stima che nel 2020 la produzione di H₂ per usi legati alle raffinerie sia stato di circa 200.000.000 t di CO₂.

Come descritto precedentemente, Sarlux attualmente utilizza per le proprie attività produttive:

- H₂, prodotto in loco tramite sistemi che utilizzano fonti fossili per la sua produzione
- O₂ tecnico acquistato sul mercato.

Il progetto oggetto del presente SIA prevede la realizzazione di un impianto di produzione di H₂ e O₂ da fonte rinnovabile, considerabile a "zero emissioni dirette di CO₂", e tali prodotti saranno destinati all'utilizzo nella raffineria Sarlux, in parziale sostituzione a quelli attualmente utilizzati (derivanti da processi non "green" ma tradizionali, da fonti fossili). In questo contesto, la realizzazione del progetto in esame può contribuire positivamente al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ responsabili del progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria nonché al miglioramento generale della qualità dell'aria.

Al fine di valutare il contributo positivo apportato dalla realizzazione del progetto al problema delle emissioni dei gas serra, si è provveduto a stimare il quantitativo di anidride carbonica che sarebbe emessa se la stessa quantità di idrogeno verde prodotto in un'ora dall'impianto in progetto fosse prodotta per steam reforming di gas naturale (H₂ grigio).

Come evidenziato nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'impianto in progetto produrrà circa 4.000 Nm³/h di idrogeno green, pertanto, facendo le seguenti considerazioni:

- Fattore di emissione di CO₂ per la produzione di H₂ grigio pari a:
 - 9-10 kgCO₂/KgH₂ (Fonti: Irena, *Green hydrogen cost reduction*, 2020 e Politecnico di Milano, *Hydrogen Innovation Report 2021*, settembre 2021)

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- 7-9 kgCO₂/kgH₂ (Fonte: Ministero dello sviluppo economico, *Strategia Nazionale Idrogeno- Linee guida preliminari*, Novembre 2020)
- Densità dell'H₂ in condizioni normali = 0,08988 kg/Nm³
- 4.000 Nm³ di H₂ hanno massa pari a 359 kg

le emissioni di CO₂ evitate a seguito di un'ora di funzionamento dell'impianto in progetto possono essere stimate circa pari a:

- **359 kgH₂*7 kgCO₂/kgH₂ = 2.513 kgCO₂** (stima calcolata usando il fattore di emissione maggiormente cautelativo)
- **359 kgH₂*10 kgCO₂/kgH₂ = 3.590 kgCO₂** (stima calcolata usando il fattore di emissione meno cautelativo)

Considerando che l'impianto in progetto funziona circa 7.000 h/anno, è possibile stimare in modo approssimativo un risparmio in termini di emissioni di CO₂ in un range pari a circa 17.500-25.000 tCO₂/anno.

D.4.1.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale

D.4.1.3.1 Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere dell'impianto, a seguito delle operazioni di approntamento delle aree nonché delle attività di trasporto e montaggio delle attrezzature e dei materiali, da e verso il cantiere, potrà configurarsi un locale e lieve decadimento della qualità dell'aria da attribuire alle predette forme di impatto, peraltro caratteristiche di qualunque cantiere edile:

- emissione di polveri in atmosfera;
- incremento delle emissioni da traffico veicolare, movimento automezzi e impiego attrezzature di lavoro.

All'origine delle emissioni di polveri, in particolare, saranno tutte le attività di movimento terra quali: lavori di scavo, operazioni di riempimento, sbancamento, formazione di rilevati, opere di fondazione, rinterri, sistemazione dell'area, movimentazione e stoccaggio provvisorio di materiali.

La limitata durata della fase di costruzione (circa 14 mesi) unitamente alla particolare ubicazione degli interventi, all'interno del perimetro dello stabilimento Sarlux ed a una significativa distanza dai più vicini nuclei abitativi, consentono ragionevolmente di ritenere che la significatività del fenomeno di dispersione di polveri all'esterno dell'area di progetto sarà alquanto limitata.

Riguardo alle emissioni derivanti dall'incremento del traffico, possono anch'esse ritenersi estremamente contenute, soprattutto in considerazione del modesto movimento di automezzi giornaliero necessario al trasporto delle componenti impiantistiche e dei materiali edili.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Sotto il profilo spaziale, l'emissione di polveri da attività di cantiere esercita i suoi effetti ambientali principali entro distanze di poche centinaia di metri dalle zone di lavorazione. Alquanto più contenuta, sarà l'area di influenza significativa in merito alla diffusione spaziale di inquinanti da traffico, in ragione del limitato numero di mezzi operativi previsti.

In definitiva, considerata la configurazione spazialmente concentrata dell'area di cantiere unitamente all'adozione delle misure di mitigazione individuate nei paragrafi successivi, i predetti fattori casuali di impatto, e conseguentemente **i relativi effetti ambientali, sono da ritenersi adeguatamente controllabili, di Lieve entità a livello locale e trascurabile a livello globale, totalmente reversibili a conclusione del processo costruttivo.**

D.4.1.3.2 Fase di esercizio

Come anticipato, l'impianto non prevede emissioni inquinanti in atmosfera né direttamente né indirettamente (il consumo di energia elettrica è solo ed esclusivamente da fonte rinnovabile certificata all'origine), né di tipo convogliato né di tipo non convogliato. Le uniche emissioni in atmosfera che l'impianto in progetto produrrà deriveranno dagli sfiati, così come descritti in dettaglio al precedente Paragrafo D.4.1.1.2.

Pertanto, considerando che:

- Gli sfiati atmosferici sono in totale n.7 e non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del D.lgs. n. 152/2006, in quanto saranno composti da gas non inquinanti, quali vapore acqueo, idrogeno o ossigeno.
- È previsto un solo sfiato in pressione ed sarà costituito dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale di raffineria nel momento in cui si verificano determinate condizioni operative, come meglio dettagliate nei paragrafi precedenti. Gli sfiati in pressione vengono inviati alla rete dei *blowdown* di raffineria e quindi convogliati alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux. La combustione di idrogeno in torcia non è dannosa per l'ambiente in quanto comporta esclusivamente la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

Alla luce di questo, si ritiene che le emissioni degli sfiati comportino un effetto del tutto Trascurabile sulla qualità dell'aria locale e globale.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.1.3.3 Fase di dismissione

Impatti del tutto analoghi alla fase di costruzione, per caratteristiche di durata e persistenza, potranno verificarsi in sede di dismissione dell'impianto, a seguito delle operazioni di demolizione/disassemblaggio delle varie sezioni di impianto, rimozione delle strade, e rimodellamenti morfologici.

Anche in questo caso, per tutte le ragioni anzidette, l'impatto è da ritenersi di rilevanza contenuta, spazialmente localizzato nelle aree di cantiere, di carattere temporaneo e discontinuo in funzione dei cicli di lavorazione previsti e totalmente reversibile al termine dei lavori.

D.4.1.4 Eventuali effetti sinergici

In ragione delle considerazioni più sopra espresse circa il fatto che l'impianto non prevede alcuna emissione di inquinanti in atmosfera, né direttamente né indirettamente né di tipo convogliato né di tipo non convogliato, salvo alcuni sfiati costituiti da O₂ e H₂, i quali non sono considerati gas inquinanti, in rapporto all'attuale quadro emissivo che caratterizza l'area industriale di Sarroch, non si ravvisano apprezzabili effetti sinergici a carico della qualità dell'aria per effetto della realizzazione dell'impianto in progetto.

D.4.1.5 Misure di mitigazione previste

In fase di cantiere e di dismissione dell'impianto si adotteranno tutti gli accorgimenti di “buona gestione” atti a ridurre la produzione e la diffusione delle polveri, quali ad esempio:

- effettuare una costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non pavimentate;
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- attuare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere;
- innalzare barriere protettive, di altezza idonea, intorno ai cumuli e/o alle aree di cantiere;
- evitare le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- la razionalizzazione delle attività di cantiere al fine di limitare la durata delle lavorazioni provvisorie

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- convogliare eventuali arie di processo in sistemi di abbattimento delle polveri, quali filtri a maniche, e coprire e inscatolare le attività o i macchinari per le attività di frantumazione, macinazione o agglomerazione del materiale

In relazione al potenziale incremento delle emissioni da traffico veicolare durante il processo costruttivo, quali misure di mitigazione, possono ritenersi sufficienti le ordinarie procedure di razionalizzazione delle attività di trasporto dei materiali e l'utilizzo di veicoli in buono stato di manutenzione e omologati secondo le seguenti normative europee (o più recenti):

- veicoli commerciali leggeri (massa inferiore a 3,5 t, classificati N1 secondo il Codice della strada): Direttiva 1998/69/EC, Stage 2000 (Euro 3);
- veicoli commerciali pesanti (massa superiore a 3,5 t, classificati N2 e N3 secondo il Codice della strada): Direttiva 1999/96/EC, Stage I (Euro III);
- macchinari mobili equipaggiati con motore diesel (non-road mobile sources and machinery, NRMM: elevatori, gru, escavatori, bulldozer, trattori, ecc.): Direttiva 1997/68/EC, Stage I.

D.4.2 Suolo e sottosuolo

D.4.2.1 Premessa

Sotto il profilo degli effetti a carico della componente in esame, va in primo luogo osservato come, sulla base del quadro di conoscenze al momento ricostruito, anche sulla base di un indagine geognostica-geotecnica svolta nell'area di progetto a maggio 2022, non siano state ravvisate problematiche di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico che possano di per sé pregiudicare la realizzazione ed il corretto esercizio dell'impianto in progetto.

D.4.2.2 Principali fattori di impatto a carico della componente

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto (o aspetti ambientali), di seguito analizzati.

- Trasformazione ed occupazione di superfici;
- Alterazione dei caratteri morfologici;
- Rischi di dispersione accidentale di inquinanti in fase solida/liquida.

D.4.2.2.1 Trasformazione ed occupazione di superfici - Alterazione dei caratteri morfologici

Al riguardo va evidenziato, come descritto al Paragrafo D.3.2.8 del presente documento, che il progetto ricadrà in un'area fortemente modificata da tempo sotto il profilo morfologico, in dettaglio, il progetto sarà realizzato in una ex area dello stabilimento Sarlux, nell'area denominata "Area ex serbatoio ST-1" che è stata oggetto di bonifica e di misure di messa in sicurezza (MISE, concluse nel 2021). In particolare, l'area ex serbatoio ST-1, attualmente priva di qualsiasi impianto o manufatto, verrà occupata parzialmente dal nuovo impianto, per 6.080 m² rispetto ai complessivi circa 14.500 m². Come meglio descritto nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), a seguito della sopracitata attività di bonifica, l'area di progetto risulta parzialmente ad una quota inferiore rispetto alle quote altimetriche delle strade limitrofe (fino a circa -4 m in alcuni punti).

Le principali modifiche previste alla pre-esistente morfologia del terreno si riferiscono alla necessità di una preventiva preparazione dell'area ("*site preparation*") con riempimenti e opere di contenimento in cemento armato. Si tratta, in ogni caso, di interventi estremamente circoscritti e scarsamente apprezzabili in rapporto al contesto industriale in cui è inserita l'area di progetto.

La fase di *site preparation* garantirà un'adeguata portanza, idonea a sopportare le pressioni di carico trasmesse dalle nuove opere, e dalle installazioni di nuovi manufatti e apparecchiature

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

nell'area d'intervento; sono state previste, sul rilevato finito, un numero adeguato di prove di carico su piastra.

Si rileva quindi che:

- l'occupazione di superfici è un fattore di impatto potenzialmente reversibile solo nel lungo periodo, in funzione dell'evoluzione generale del contesto economico e sociale e dei piani aziendali della Società proponente, la portata del fattore di impatto può ragionevolmente circoscriversi all'ambito locale ristretto
- l'alterazione dei caratteri morfologici è un fattore di impatto potenzialmente reversibile nel caso si dovessero presentare i presupposti per la dismissione dell'impianto, la portata del fattore di impatto può ragionevolmente circoscriversi all'ambito locale ristretto.

D.4.2.2.2 Rischio di dispersione accidentale di inquinanti in fase solida o liquida

Nell'ambito della fase di cantiere, il rischio di rilasci di sostanze inquinanti (p.e. carburanti dei mezzi d'opera o altri preparati impiegati nelle fasi di lavorazione) è associato al verificarsi di eventi incidentali o ad una non corretta gestione dei rifiuti prodotti in fase di cantiere.

La fase di cantiere non presuppone, peraltro, la produzione di ingenti quantità di rifiuti e/o di residui contraddistinti da particolare pericolosità.

I rifiuti prodotti dal cantiere saranno principalmente materiali di scarto dalle lavorazioni come sfridi di varia natura derivanti dalle operazioni di taglio di materiali e di componenti e materiali misti da costruzione e demolizione (CER 170904), materiali di scavo (CER 170504) e materiali bituminosi (CER 170302). Questi, in quanto rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione e attività di scavo, sono rifiuti speciali secondo quanto descritto dall'Articolo 184, c. 3, lettera b, D. Lgs 152/06.

Come descritto nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), si prevede in via preliminare che la realizzazione delle opere civili funzionali all'esercizio dell'impianto in progetto determinerà l'esigenza di procedere complessivamente al riempimento di massimo 4.000 m³ di materiale, di cui circa 901 m³ presumibilmente proverranno dalle attività di scavo del cantiere stesso, in conformità a quanto previsto dal D.P.R. n. 120/2017. Il volume di materiale di nuova estrazione stimato per riempimento è quindi di circa 3.100 m³.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per quanto sopra descritto, è possibile stimare che la quantità di materiale di scavo residuo in uscita dall'impianto sarà minima.

Anche durante la fase di esercizio dell'impianto, la possibilità di trasferimento nel suolo e nel sottosuolo di sostanze inquinanti è da scriversi esclusivamente al verificarsi di eventi incidentali (p.e. sversamento di prodotti chimici liquidi o solidi) o ad una non corretta gestione dei rifiuti prodotti. In tal senso si consideri che il progetto:

- Non prevede l'utilizzo di prodotti chimici solidi e/o liquidi durante il normale funzionamento dell'impianto, potrebbero essere utilizzati durante le attività di manutenzione (periodiche, occasionali o straordinarie)
- Non prevede la produzione di rifiuti durante la normale attività dell'impianto, i residui della fase di esercizio scaturiranno principalmente dalle attività di manutenzione dell'impianto (periodiche, occasionali o straordinarie)
- Prevede che l'area sia completamente pavimentata e/o impermeabilizzata
- Prevede, in scenari esclusivamente accidentali, di convogliare all'impianto TAS–Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria Sarlux eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti, in caso di fuoriuscite dalle apparecchiature che li contengono.

D.4.2.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi

D.4.2.3.1 Fase di cantiere

Per tutto quanto espresso in precedenza, valutate le intrinseche caratteristiche di idoneità del sito prescelto per la realizzazione dell'impianto in oggetto, già profondamente trasformato nelle sue componenti costitutive (morfologia e copertura del suolo in particolare), gli effetti del processo costruttivo sulla componente in esame risulteranno alquanto contenuti.

Trasformazione ed occupazione di suolo

In ragione degli aspetti, a più riprese evidenziati negli elaborati del SIA e di seguito sinteticamente richiamati:

- L'area di sedime del progetto è caratterizzato dalla sostanziale assenza di suoli naturali, l'area si trova parzialmente ad una quota inferiore rispetto alle quote altimetriche delle strade limitrofe (fino a -4 m in alcuni punti) e ricade in un'area che è stata sottoposta in passato a interventi di bonifica del suolo;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- l'area del progetto è già profondamente trasformata nelle sue componenti costitutive (morfologia e copertura del suolo in particolare), gli effetti del processo costruttivo sulla componente in esame risulteranno alquanto contenuti;
- l'occupazione permanente di suolo associata alla realizzazione del progetto è ben localizzata e scarsamente rappresentativa in rapporto all'estensione dell'area occupata dallo stabilimento Sarlux circostante, all'interno del quale si colloca l'impianto in oggetto.

si può affermare che **la realizzazione del progetto determinerà sulla componente pedologica un impatto complessivamente Trascurabile.**

Destabilizzazione geotecnica dei substrati

Le caratteristiche geotecniche dell'area di progetto assicurano effetti sostenibili in termini di preservazione delle condizioni di stabilità geotecnica dei substrati.

Nello specifico, si riepilogano di seguito i presupposti alla base della precedente valutazione:

- dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione del progetto non si ravvisano fenomeni franosi, né quiescenti né in atto.
- le informazioni geologico-tecniche disponibili non hanno evidenziato problematiche che possano precludere la realizzazione dell'intervento o che non possano essere affrontate con opportuni accorgimenti progettuali

Per tutto quanto precede è da ritenere che **gli effetti della realizzazione del progetto sulla componente litologico-geotecnica possano ritenersi Trascurabili.**

Alterazione dell'integrità delle risorse geomorfologiche

Come espresso in precedenza, la realizzazione dell'impianto in progetto esercita i propri effetti di alterazione morfologica entro superfici di estensione estremamente limitata e circoscritta, inducendo modificazioni riconoscibili ed apprezzabili alla sola scala del sito e, dunque, totalmente estranee alle dinamiche geomorfologiche del paesaggio, contraddistinte da scala ed un ambito di relazione estremamente superiori.

Trattandosi, inoltre, di ambiti marcatamente antropizzati, in cui nel tempo sono state totalmente obnubilate le forme geologiche originarie, deve ragionevolmente ritenersi che **gli effetti a carico della componente geomorfologica possano ritenersi Trascurabili, quantunque siano di carattere permanente e verosimilmente irreversibili.**

Potenziale decadimento della qualità dei terreni

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tale aspetto, potenzialmente originabile da dispersioni accidentali di prodotti chimici e/o residui solidi (p.e. come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori) o ad una non corretta gestione dei rifiuti prodotti nell'ambito del processo costruttivo, presenta una bassa probabilità di accadimento e configura, inoltre, effetti contenuti in ragione delle caratteristiche di bassa vulnerabilità dei substrati. Tali circostanze lasciano dunque ipotizzare, in questa fase, un rischio alquanto limitato di un rapido trasferimento dei potenziali inquinanti verso gli strati più profondi (Elaborato AM-PL10018 "*Carta idrogeologica*").

Ad ogni buon conto, nell'ambito della fase costruttiva saranno adottati appropriati accorgimenti per minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali nonché definite specifiche procedure per la tempestiva messa in sicurezza delle aree in caso di sversamenti di sostanze inquinanti.

Per quanto precede l'impatto in esame può ritenersi, oltre che adeguatamente controllabile, di entità Lieve e reversibile nel breve periodo.

D.4.2.3.2 Fase di esercizio

La fase di esercizio dell'impianto in progetto non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, si ritengono sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle *Unità geomorfologiche* e sulle *Unità geopedologiche e qualità dei terreni*.

I rischi di perdita/sversamento accidentale di chemicals e/o di rilascio di sostanze inquinanti causate da una non corretta gestione dei rifiuti prodotti nell'area di impianto sono da ritenersi alquanto improbabili in ragione dell'uso eventuale di prodotti chimici e di produzione di rifiuti esclusivamente durante le attività di manutenzione dell'impianto, considerando che tali attività verranno comunque svolte utilizzando efficaci presidi tecnici ed accorgimenti gestionali per minimizzare tali rischi.

Per quanto precede, possono considerarsi Trascurabili o nulli gli impatti a carico delle Unità pedologiche, geomorfologiche e a carico delle Unità geologico-geotecniche interessate.

D.4.2.3.3 Fase di dismissione

In tale fase di vita dell'opera, **gli effetti sulle componenti geologico-geotecniche e sulle caratteristiche dei suoli subiranno un generale decadimento fino a diventare Trascurabili o nulli**. Ciò in conseguenza:

- dell'eliminazione dei principali carichi gravanti sui terreni;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- dell'asportazione, laddove richiesto, delle strutture e dei materiali inerti di riporto utilizzati
- del ripristino della coltre di copertura pedologica superficiale attraverso l'impiego di suoli con caratteristiche granulometriche ed edafiche compatibili con quelle naturalmente presenti nel sito di intervento. Tali azioni assicureranno la rapida colonizzazione delle superfici da parte della vegetazione spontanea.

D.4.2.4 Eventuali effetti sinergici

Valutate le caratteristiche localizzative del progetto, previsto all'interno del perimetro dell'esistente stabilimento Sarlux, ed alla modesta incidenza degli stessi rispetto al contesto industriale in cui si colloca, si può ragionevolmente ritenere che il progetto proposto non induca un apprezzabile aggravio dei fattori di pressione già agenti sulla componente suolo e sottosuolo.

D.4.2.5 Misure di mitigazione previste

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, la realizzazione dell'impianto in oggetto non prefigura significativi effetti ambientali a carico della componente "Suolo e sottosuolo", anche in considerazione della scelta di ubicare il progetto all'interno del perimetro della raffineria Sarlux, in un'area già fortemente antropizzata e in un contesto industriale, modificato da tempo nelle sue componenti costitutive (con particolare riferimento a quella morfologica e di copertura del suolo).

In fase di cantiere e di dismissione dell'impianto si adotteranno le seguenti misure al fine di ridurre i rischi associati a rilasci di sostanze inquinanti nell'ambiente:

- La gestione del deposito temporaneo di rifiuti avverrà in conformità alle condizioni previste dall'art.183 del D.lgs.152/2006 smi
- I rifiuti prodotti dall'attività verranno smaltiti in conformità alle disposizioni di cui al D.lgs. 152/2006, in particolare l'impresa appaltatrice e le altre ditte che opereranno in cantiere dovranno garantire la massima pulizia del cantiere provvedendo, conformemente alle prescrizioni normative, ad allontanare dal cantiere tutti i materiali residui (imballaggi, materiali di sfido delle lavorazioni, oli esausti, etc.). Saranno predisposti, inoltre, recipienti per la raccolta di rifiuti minuti che saranno smaltiti con la necessaria frequenza.
- Vista la posizione del cantiere, che si troverà all'interno dell'area industriale Sarlux, si farà riferimento anche alle direttive indicate dal gestore del Sito (Procedura di stabilimento SARLUX "Gestione dei rifiuti-PRD HSE 204 SLX").

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Tutte le attrezzature e materiali impiegati saranno quotidianamente raccolti e riordinati evitando di lasciare materiale sparso nelle aree di lavoro.
- Al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno dei cantieri saranno messe a conoscenza, formalmente, di tali modalità di gestione.
- I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici saranno effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili sarà garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Sarà controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Saranno controllati giornalmente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.
- Particolare attenzione sarà posta a tutte le lavorazioni che riguardano perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità delle falde idriche sotterranee, che avverranno a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi. Nel caso di utilizzo di oli disarmanti, si sceglieranno preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici.

Per la fase di esercizio dell'impianto, le principali misure di mitigazione prospettate dal progetto fanno riferimento ai normali accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali orientati alla prevenzione e protezione dagli eventuali sversamenti di prodotti chimici utilizzati durante le attività manutentive. Tali misure possono essere le seguenti, a titolo di esempio:

- L'area di progetto sarà completamente pavimentata /o impermeabilizzata
- In scenari esclusivamente accidentali, eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti in caso di fuoriuscite dalle apparecchiature che li contengono saranno convogliati all'impianto TAS– Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria.
- Eventuali chemicals liquidi saranno stoccati su bacino di contenimento
- Saranno presenti idonei presidi di sicurezza ambientale costituiti da materiali assorbenti per il contenimento e il recupero di eventuali sversamenti accidentali

D.4.3 Ambiente idrico

D.4.3.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

D.4.3.1.1 Potenziali interferenze con la pre-esistente dinamica dei deflussi superficiali

Per l'area di progetto non è ravvisabile alcun rischio idraulico. Le aree a rischio idrogeologico sono, infatti, individuabili entro ambiti esterni a quelli dei bacini idrografici afferenti ai più prossimi sistemi di deflusso incanalato (*Rio Is Cannas* e *Rio Mascheroni*) (cfr. par. D.3.3.2). Nell'area di progetto, inoltre, il sistema idrografico superficiale originario è stato profondamente alterato nelle sue dinamiche per effetto dei pregressi interventi di realizzazione del serbatoio ST-1 e successivamente dalla sua rimozione e bonifica dell'area. Tali interventi hanno determinato la pressoché totale scomparsa e/o interruzione degli impluvi naturali preesistenti.

Sulla base dell'esito dell'analisi idrologica e idraulica svolta sull'area di progetto, verrà progettato e dimensionato un idoneo sistema di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche che interesseranno tale area.

Pertanto, le acque meteoriche di dilavamento decadenti dalle aree di cantiere (in fase di costruzione) e dalle aree pavimentate dell'area di impianto (in fase di esercizio) saranno collettate da idonei sistemi di regimentazione ed inviate all'esistente impianto consortile di trattamento delle acque di zavorra (TAZ) già a servizio della raffineria Sarlux. Si ritiene quindi che le acque meteoriche decadenti dall'area di progetto non altereranno significativamente l'attuale situazione di regimentazione dei deflussi superficiali dell'area, anche in considerazione dell'esigua estensione dell'area di progetto rispetto al contesto industriale nella quale si collocherà.

D.4.3.1.2 Potenziali interferenze con dinamica della circolazione idrica sotterranea

Come evidenziato in sede di descrizione della componente (paragrafo D.3.3.3), nell'area di Sarroch, coesistono due acquiferi distinti e separati: uno superficiale, di tipo freatico o confinato, e uno profondo di tipo confinato. Il primo è ricaricato essenzialmente per infiltrazione diretta delle acque meteoriche in corrispondenza delle fasce "pedo-collinari", mentre il secondo segue circuiti idrogeologici indipendenti più ampi e complessi, attualmente non studiati.

La falda superficiale circola nelle formazioni andesitiche fratturate, sottostanti il loro cappellaccio di alterazione, e, verso mare, nelle formazioni ciottolose in matrice limo-argillosa e sabbiose della fascia alluvionale costiera. Le formazioni alluvionali sono caratterizzate da permeabilità media per porosità ($k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s), e localmente, vi sono presenti livelli a granulometria più grossolana, a maggiore permeabilità ($k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s), correlabili, dal punto di vista geomorfologico, con i paleoalvei. Tali sub-unità idrogeologiche costituiscono degli assi di

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

drenaggio che condizionano la morfologia della falda e sono individuabili anche dall'andamento delle linee isopiezometriche.

L'acquifero artesiano profondo è presente solo dopo 40÷60 metri di andesite con struttura lapidea integra poco fratturata, il che fa ritenere che quest'ultima ne rappresenti il tetto impermeabile di confinamento.

La falda presenta una direzione di deflusso generale da ovest verso est, con variazioni di direzione locale in prossimità della costa.

Il livello assoluto della falda oscilla stagionalmente da circa 4 m s.l.m. a circa 1 m s.l.m. nell'area di progetto, decrescendo da ovest verso est.

Come meglio dettagliato nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), si consideri che l'area interessata dall'intervento, essendo parzialmente ad una quota inferiore rispetto alle quote altimetriche delle strade limitrofe (fino a circa -4 m in alcuni punti), sarà soggetta a operazioni di riempimento in fase di preparazione del sito, tuttavia saranno necessarie anche delle operazioni di scavo, fino ad un massimo di 1 m di profondità, al fine di realizzare alcuni basamenti di supporto e i nuovi muri di contenimento. Le attività di scavo interesseranno approssimativamente 901 m² dei 6.080 m² dell'area di progetto.

D.4.3.1.3 Rischio di dispersione accidentale di inquinanti

Al riguardo si ritengono valide le considerazioni già espresse a proposito della componente ambientale "Suolo e sottosuolo" (paragrafo D.4.2.2.2).

D.4.3.1.4 Impermeabilizzazione di superfici

Come meglio evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'allestimento delle aree di sedime dell'impianto e degli annessi sistemi ausiliari determinerà l'impermeabilizzazione di una superficie pari a circa 6.080 m². Tale superficie, come già ampiamente descritto nel presente SIA, è costituita da una ex area della raffineria Sarlux, in particolare nella zona identificata come "Impianti Sud". Poiché attualmente le aree produttive del polo Impianti Sud della raffineria hanno circa un'estensione di 2.733.000 m² (Fonte: Dichiarazione Ambientale Sarlux 2021), si ritiene che l'incremento di superficie impermeabilizzata in rapporto a quella già attualmente esistente in corrispondenza dell'area Impianti Sud dello stabilimento Sarlux sia valutabile pari a circa il 0,2%.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.3.1.5 Scarichi idrici

In accordo con quanto descritto nel Quadro di riferimento progettuale del presente SIA, (*Elaborato AM-RT10002*) gli scarichi idrici di processo che saranno prodotti dall'impianto in progetto, quando in esercizio, saranno i seguenti:

- scarico del drenaggio del sistema di demineralizzazione dell'acqua PK-02 (si stima uno scarico continuo di circa 0,9 m³/h costituito da acqua demineralizzata arricchitasi di ioni a seguito del funzionamento dell'EDI)
- scarico del drenaggio dei moduli dell'elettrolizzazione PK-03 (scarico saltuario di acqua demineralizzata in caso di fermata dell'impianto e/o di interventi manutentivi)

Gli scarichi idrici dell'impianto in progetto verranno inviati al sistema fognario della raffineria Sarlux. In particolare, gli scarichi di processo sopra descritti e lo scarico dei servizi igienici saranno inviati all'impianto TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria. In scenari esclusivamente accidentali, all'impianto TAS saranno convogliati anche eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti in caso di fuoriuscite dalle apparecchiature che li contengono.

Gli scarichi meteorici (senza alcuna possibilità di contaminazione) in fase di esercizio dell'impianto verranno convogliati all'impianto API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra, che fa sempre parte dello stabilimento di raffineria Sarlux, mentre in fase di cantiere tutte le acque di risulta saranno convogliate al sopra citato TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria.

D.4.3.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

D.4.3.2.1 Fase di cantiere

Effetti sull'idrografia e sulla qualità delle acque superficiali

Con riferimento alle operazioni di preparazione dell'area di progetto e delle successive attività di scavo/riporto, per quanto più sopra espresso, non si ravvisano potenziali impatti a carico del reticolo idrografico.

Le nuove opere si collocano, infatti, in corrispondenza di un'area da tempo fortemente antropizzata, in corrispondenza del quale le naturali condizioni di deflusso sono state profondamente alterate.

In definitiva, durante il processo costruttivo, gli impatti sulle acque superficiali possono essere considerati minimi. Quantunque le operazioni di movimento terra determinino, infatti, una temporanea modificazione morfologica e della copertura del terreno, favorendo locali fenomeni

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

di ristagno e/o divagazione dei rivoli di scorrimento superficiale, i singoli interventi presentano un carattere estremamente localizzato e temporaneo e sono destinati ad esaurirsi al completamento delle opere.

Tutte le acque di risulta decadenti dal cantiere saranno convogliate sull'impianto di Trattamento Acque Scarico (TAS) dello stabilimento Sarlux per essere trattate prima di essere avviate allo scarico finale in mare, pertanto, si ritiene che la locale modificazione delle pre-esistenti dinamiche di deflusso e di qualità delle acque superficiali possono essere sostanzialmente considerate ininfluenti sull'entità e caratteristiche delle portate idriche recapitate al recettore finale.

In concomitanza con eventi piovosi, non possono escludersi eventuali fenomeni di dilavamento di materiali fini in corrispondenza delle aree di lavorazione non ancora stabilizzate. Tali fenomeni sono, in ogni caso, da ritenersi scarsamente significativi in considerazione del carattere occasionale degli stessi.

Sempre in tale fase costruttiva, inoltre, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti dei mezzi operativi può considerarsi certamente trascurabile, assumendo che esso verrà efficacemente controllato.

Sulla base di quanto sopra si può ritenere che l'impatto a carico dei sistemi idrografici sia di entità trascurabile.

Effetti sui sistemi idrogeologici e sulla qualità delle acque sotterranee

Si consideri che l'area interessata dall'intervento, essendo parzialmente ad una quota inferiore rispetto alle quote altimetriche delle strade limitrofe (fino a circa -4 m in alcuni punti), sarà soggetta a operazioni di riempimento in fase di preparazione del sito, tuttavia saranno necessarie anche delle operazioni di scavo, fino ad un massimo di 1 m di profondità, al fine di realizzare alcuni basamenti di supporto e i nuovi muri di contenimento. Le attività di scavo interesseranno approssimativamente 901 m² dei 6.080 m² dell'area di progetto.

Per quanto sopra e considerando che l'area di cantiere ricadrà nella zona più a ovest dell'area ex serbatoio ST-1, la probabilità di interferenza diretta tra le operazioni di cantiere e la falda idrica sotterranea appare di Lieve entità.

Si consideri inoltre, come già indicato in precedenza, che:

- Il progetto sarà realizzato in una ex area del sito industriale Sarlux la cui falda acquifera è stata oggetto di contaminazione in passato

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Attualmente presso l'area dello stabilimento Sarlux è in essere uno sbarramento idraulico pressoché continuo lungo il fronte mare che contribuisce a contenere la contaminazione all'interno del sito di raffineria.
- Sarlux svolge monitoraggi periodici per verificare l'efficacia di tale barriera idraulica e verificare nel tempo la qualità dell'acqua sotterranea grazie a una rete di piezometri, di cui 2 collocati in prossimità dell'area di progetto.

L'impatto sull'assetto idrogeologico è da considerarsi trascurabile in rapporto all'estensione delle nuove superfici impermeabilizzate, valutata la considerevole estensione del bacino idrogeologico che alimenta la falda e la sostanziale assenza di importanti processi di occupazione/artificializzazione di superfici a monte idrogeologico dell'area industriale di Sarroch. Tali circostanze conducono ad escludere ogni apprezzabile modificazione delle dinamiche di deflusso sotterraneo.

Durante la fase di realizzazione delle opere, l'accidentale dispersione di inquinanti, come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori, in assenza di adeguato controllo, potrebbe localmente arrecare pregiudizio alla qualità dei substrati. A tal riguardo si può asserire che tale rischio sia estremamente basso, in virtù delle considerazioni già esposte al paragrafo D.4.2.3.1 a proposito della componente Suolo e sottosuolo.

Per tutto quanto precede, si può ritenere che l'impatto degli interventi di cantiere sulle dinamiche idrogeologiche locali sia sostanzialmente Trascurabile.

D.4.3.2.2 Fase di esercizio

Effetti sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee

Come già evidenziato a proposito della componente "Suolo e sottosuolo", durante la fase di operatività dell'impianto, i rischi di perdita/sversamento accidentale di chemicals e/o di rilascio di sostanze inquinanti causate da una non corretta gestione dei rifiuti prodotti nell'area di impianto sono da ritenersi alquanto improbabili in ragione dell'uso eventuale di prodotti chimici e di produzione di rifiuti esclusivamente durante le attività di manutenzione dell'impianto, considerando che tali attività verranno comunque svolte utilizzando efficaci presidi tecnici ed accorgimenti gestionali per minimizzare tali rischi.

Gli scarichi idrici dell'impianto in progetto verranno inviati al sistema fognario della raffineria Sarlux. In particolare, gli scarichi di processo e lo scarico dei servizi igienici saranno inviati all'impianto TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria. In scenari

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

esclusivamente accidentali, all'impianto TAS saranno convogliati anche eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti in caso di fuoriuscite dalle apparecchiature che li contengono. Gli scarichi meteorici (senza alcuna possibilità di contaminazione) verranno invece convogliati all'impianto API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra, che fa sempre parte dello stabilimento di raffineria.

In virtù di quanto precede, si ritiene che sia possibile considerare trascurabile o nullo il rischio di un potenziale decadimento qualitativo dei sistemi idrici superficiali e sotterranei in fase di esercizio, laddove le opere siano realizzate, gestite e mantenute a regola d'arte e siano strettamente adottate le procedure previste per la prevenzione e la gestione degli eventi incidentali durante le attività di manutenzione e la corretta gestione dei rifiuti prodotti.

Altri effetti sui sistemi idrogeologici

Per quanto già espresso al paragrafo D.4.3.1.4 circa la scarsa rappresentatività delle nuove aree impermeabilizzate in rapporto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento, lo scarso sviluppo insediativo a monte idrogeologico dell'area industriale di Sarroch nonché la sostanziale irrilevanza di tali superfici in rapporto all'estensione complessiva dell'area industriale nel quale il progetto è inserito, si può ritenere che **l'impatto degli interventi sulle dinamiche idrogeologiche locali sia sostanzialmente Trascurabile e potenzialmente reversibile nel lungo periodo, alla dismissione delle opere.**

D.4.3.2.3 Fase di dismissione

Per quanto espresso a proposito della fase di cantiere, le operazioni di dismissione dell'impianto e delle infrastrutture accessorie configurano impatti temporanei e reversibili nel breve termine a carico dei sistemi idrologici superficiali e sotterranei.

Il processo di dismissione, infatti, presuppone l'esecuzione di attività del tutto simili a quelle di costruzione.

D.4.3.3 Eventuali effetti sinergici

Valutate le caratteristiche localizzative del progetto, previsto in una ex area dello stabilimento Sarlux, all'interno del perimetro dello stesso, ed alla modesta incidenza degli stessi rispetto al contesto industriale in cui si colloca, si può ragionevolmente ritenere che il progetto proposto non induca un apprezzabile aggravio dei fattori di pressione già agenti sulla componente Ambiente idrico.

D.4.3.4 Misure di mitigazione previste

Protezione dall'inquinamento delle risorse idriche superficiali e sotterranee

In fase costruttiva, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti, come olii o carburanti, verso i corsi d'acqua dell'area industriale, può considerarsi trascurabile laddove siano rigorosamente adottati criteri di buona tecnica e macchinari in buono stato di manutenzione, in particolare:

- I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici saranno effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa
- Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili sarà garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo, sarà controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti
- Saranno controllati giornalmente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi
- Particolare attenzione sarà posta a tutte le lavorazioni che riguardano perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità delle falde idriche sotterranee, che avverranno a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi. Nel caso di utilizzo di oli disarmanti, si sceglieranno preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici.

Al fine di minimizzare il contatto tra le acque meteoriche e l'area di cantiere saranno attuate le seguenti modalità di gestione:

- Nelle parti pavimentate predisporre sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate, per evitare il ristagno delle stesse;
- Realizzazione di un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle acque meteoriche di dilavamento dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori, compatibilmente con lo stato dei luoghi;

Per la fase di esercizio dell'impianto, le principali misure di mitigazione prospettate dal progetto fanno riferimento ai normali accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali orientati alla prevenzione e protezione dagli eventuali sversamenti di prodotti chimici utilizzati durante le attività manutentive. Tali misure possono sinteticamente ricondursi alle seguenti, a titolo esemplificativo:

- L'area di progetto sarà completamente pavimentata /o impermeabilizzata

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- In scenari esclusivamente accidentali, eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti in caso di fuoriuscite dalle apparecchiature che li contengono saranno convogliati all'impianto TAS– Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria.
- Eventuali chemicals liquidi saranno stoccati su bacino di contenimento
- Saranno presenti idonei presidi di sicurezza ambientale costituiti da materiali assorbenti per il contenimento e il recupero di eventuali sversamenti accidentali

D.4.4 Vegetazione, flora e ecosistema

D.4.4.1 Considerazioni generali

Tutti gli interventi previsti ricadono in uno dei poli industriali più importanti della Sardegna, all'interno del quale sono state esercitate importanti trasformazioni, sia sotto l'aspetto del paesaggio naturale che, più in particolare, nella componente vegetazionale.

In particolare, come visibile nell'immagine satellitare estrapolata da Google Maps riportata nei paragrafi precedenti (Figura 36), l'area in cui sorgerà l'impianto di produzione di idrogeno verde è del tutto inserito all'interno del contesto della raffineria e risulta essere quasi del tutto privo di vegetazione, se non in formazioni basse e diradate.

In corrispondenza del sito di intervento mancano dunque del tutto comunità vegetali evolute o ad elevata naturalità, così come non si riscontrano aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico.

Non sono individuabili, inoltre, entità floristiche rare o minacciate meritevoli di tutela.

Sotto l'aspetto ecosistemico, l'area è del tutto circondata da strade e manufatti che fanno parte integrante dell'area industriale (si veda al riguardo l'allegato stralcio del Piano Paesaggistico Regionale – Assetto ambientale, *Elaborato AM-PL10013*).

In considerazione di queste caratteristiche, si ritiene che le opere in progetto non possano determinare alcun tipo di impatto negativo su specie e comunità vegetali di interesse conservazionistico o fitogeografico, né possano alterare l'ecomosaico e la struttura del paesaggio. Per quanto espresso in precedenza, tali considerazioni possono ritenersi valide in tutte le fasi di vita delle opere (fase di cantiere, di esercizio e dismissione).

D.4.4.2 Eventuali effetti sinergici

Sulla base di quanto riscontrato nell'ambito delle ricognizioni condotte, circa l'assenza di comunità vegetali evolute, o ad elevata naturalità, nelle aree di intervento, valutato altresì che l'intervento è previsto in una ex area della raffineria Sarlux entro ambiti profondamente trasformati, non sono individuabili apprezzabili effetti cumulativi rispetto ai processi antropici in atto nel territorio, ascrivibili alla sottrazione/compromissione della copertura vegetale e/o potenziale induzione di squilibri ecosistemici per effetto del pregresso sviluppo industriale e insediativo.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.4.3 Misure di mitigazione previste

Per quanto più sopra espresso circa l'assenza di impatti significativi a carico della componente ambientale in esame, non si ritiene opportuno prevedere specifiche misure di mitigazione.

D.4.5 Fauna

D.4.5.1 Premessa

Sulla base di quanto più sopra esposto in rapporto al profilo faunistico che caratterizza il sito di intervento (cfr. par. D.3.5.3), sono di seguito individuate e valutate le possibili tipologie di impatto e suggerite le eventuali misure di mitigazione, in funzione delle specie faunistiche che sono verosimilmente presenti nell'area di interesse sulla base degli studi analizzati. La valutazione ha preso in esame le attività previste, nella fase di cantiere, di esercizio e di dismissione dell'impianto di produzione di idrogeno verde, sulla base delle informazioni al momento disponibili e di quanto comunemente noto sulla conduzione di attività di questo tipo.

Tra i potenziali impatti negativi si è ritenuto opportuno prendere in considerazione i seguenti:

- abbattimenti (mortalità) di individui;
- allontanamento della fauna;
- perdita di habitat riproduttivi o di alimentazione;
- frammentazione e/o insularizzazione degli habitat.

D.4.5.2 Fase di cantiere

D.4.5.2.1 Abbattimenti/mortalità di individui

Con riferimento agli Anfibi, in relazione alle caratteristiche delle aree oggetto di intervento, non si prevedono abbattimenti/mortalità significativi per l'unica specie ritenuta potenzialmente presente (Rospo smeraldino); ciò in quanto la viabilità di servizio e le superfici occupate dall'impianto non interferiscono con habitat di significativa rilevanza per la specie e che la specie potrebbe utilizzare per la propria attività trofica, la quale sarebbe comunque svolta nelle ore notturne. Risulterebbe pertanto poco probabile una apprezzabile mortalità causata dal passaggio di mezzi pesanti o dalla predisposizione delle superfici di lavorazione operata dal personale di cantiere. Inoltre si sottolinea che l'intervento non prevede l'intercettazione di zone umide, laddove potrebbe segnalarsi la presenza di specie più legate agli ambienti acquatici. Tali conclusioni si ritengono valide anche per tutte le altre superfici oggetto di intervento che sono soggette ad occupazione temporanea.

Relativamente ai Rettili, potrebbero verificarsi abbattimenti/mortalità delle uniche specie eventualmente presenti, quali la Lucertola tirrenica, la Lucertola campestre ed il Biacco, che possono frequentare le superfici di intervento per ragioni trofiche; va però considerata l'attitudine alla mobilità di tali specie che garantisce alle stesse una facilità di spostamento e fuga, in relazione alla percezione del pericolo determinata dalla presenza del personale e degli automezzi impiegati durante le fasi cantiere. Ciò riduce notevolmente il rischio di mortalità,

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

limitato ai soli individui che trovano riparo in rifugi momentanei nella cavità del suolo. Le azioni di cantiere sul territorio idoneo per le specie si svolgeranno, inoltre, su una superficie notevolmente più limitata rispetto a quella potenzialmente disponibile.

Non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di mammiferi potenzialmente presenti. Come visto infatti nei paragrafi precedenti, gli ungolati prediligono habitat altamente boscati, per cui, seppur vi siano aree con queste caratteristiche a ridosso dei centri abitati e industriali, è altamente improbabile che individui di queste specie ne fuoriescano.

Lepre sarda e coniglio selvatico sono invece quasi del tutto assenti nel Comune di Sarroch e, inoltre, la realizzazione dell'impianto H2 Green all'interno della Raffineria Sarlux riduce ulteriormente la probabilità che individui di queste specie si addentrino all'interno del sito industriale, in quanto non vi troverebbero né motivi di riparo né trofici.

Si ritiene inoltre che anche il rischio di abbattimento/mortalità per il riccio europeo e la volpe sarda sia molto basso, in quanto entrambe le specie hanno attività prevalentemente notturne ed è inoltre improbabile che si spingano fino all'interno del sito della Raffineria, in quanto sono assenti elementi arbustivi presso cui il riccio possa trovare rifugio e ampie superfici di terreno in cui le volpi possano realizzare le proprie tane.

Infine, è da ritenersi nullo o altamente improbabile il rischio di abbattimento/mortalità per le specie di pipistrello potenzialmente presenti nell'area, data l'attività esclusivamente notturna di questa classe e la scelta di fessure e cavità come luoghi di riparo, che ne evitano l'esposizione ad eventuali rischi causati dalle attività antropiche.

Allo stesso modo, durante la fase di cantiere non si prevedono apprezzabili abbattimenti/mortalità per le specie di uccelli potenzialmente presenti. Ancorché le aree di intervento possano essere frequentate da alcune delle specie di avifauna riportate nel paragrafo D.3.5.3.2.1, la rapida mobilità delle stesse conduce a ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso.

D.4.5.2.2 Allontanamento delle specie

In relazione agli Anfibi, le aree interessate dal processo costruttivo non interessano superfici ad elevata idoneità per la specie di anuro potenzialmente presente. Il Rospo smeraldino, infatti, pur potendo utilizzare tali aree prevalentemente nelle ore notturne, in quelle diurne seleziona habitat più umidi e/o freschi in cui trova rifugio; inoltre la sottrazione di aree, in termini di superficie ed idoneità, non comporterebbe impatti significativi sulla conservazione della popolazione locale della specie.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Con riferimento ai Rettili, le aree interessate dalle fasi di cantiere presentano una potenziale idoneità per la Lucertola tirrenica, la Lucertola campestre ed il Biacco. Tali superfici sono utilizzate essenzialmente come aree di alimentazione. Le azioni previste nella fase di cantiere possono causare l'allontanamento di individui delle suddette specie. Quantunque tale impatto sia di carattere permanente ed irreversibile, a seguito della sottrazione definitiva del suolo, tuttavia in relazione alle caratteristiche ambientali generali del territorio in esame ed alla dimensione della superficie occupata, l'entità dell'impatto è ritenuta accettabile in quanto non determinerà significative ripercussioni negative sullo stato di conservazione locale delle popolazioni delle specie di cui sopra.

Per quanto attiene ai Mammiferi, tra le specie valutate al Paragrafo D.3.5.3.2.2, quelle che con più elevata probabilità potranno essere osservate nell'area di cantiere sono il Riccio europeo e la Volpe sarda. Tuttavia, trattandosi di specie con attività prevalentemente notturna e mancando nel sito di cantere nuclei di vegetazione fitta, si ritiene che l'impatto del progetto su queste specie sia nullo o comunque poco significativo.

Medesima conclusione è possibile trarre rispetto alle possibili specie di pipistrello presenti, sia per l'attività esclusivamente notturna sia per le caratteristiche dei luoghi di riparo scelti da questa classe, di fatto assenti nell'area di progetto.

In relazione agli Uccelli, nei paragrafi dedicati si è visto che gli habitat di maggior rilievo, anche per specie dall'elevata importanza conservazionistica, sono localizzati tra gli 8 e i 10 km. Si ritiene pertanto che il rischio per queste specie sia poco significativo in quanto vi è una bassa probabilità che queste specie avifaunistiche si spostino verso l'area di cantiere, in mancanza di luoghi adatti per nidificare o per svolgere attività trofica.

Anche nel caso di specie di uccelli maggiormente ubiquitarie e con capacità adattive superiori, quali il gabbiano, si ritiene comunque che l'impatto sia di bassa significatività in relazione alla presenza di specie comuni, alla consistenza delle popolazioni ed all'importanza conservazionistica delle stesse.

D.4.5.2.3 Perdita di habitat riproduttivo e di foraggiamento

Relativamente agli Anfibi, le superfici interessate dal processo costruttivo non interessano habitat riproduttivi e/o di importanza trofica ad elevata idoneità.

Inoltre, si evidenzia come il totale complessivo delle superfici sottratte rappresenti una percentuale non significativa rispetto all'esteso ambito di diffusione della specie su scala regionale e locale.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Con riferimento ai Rettili, le superfici occupate stabilmente e temporaneamente dalle opere in progetto non interessano habitat riproduttivi, ma, eventualmente, di utilizzo trofico. Al riguardo si evidenzia che il computo complessivo delle superfici sottratte in maniera permanente rappresenta una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo presente in settori locali attigui. In definitiva, si ritiene che la sottrazione delle superfici oggetto di intervento non prefiguri criticità in termini di perdita dell'habitat. Trattasi, inoltre, di specie il cui status conservazionistico è ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo e che risultano essere comuni anche a livello regionale.

Le superfici interessate dagli interventi in fase di cantiere non interessano habitat riproduttivi per le specie di Mammiferi sopra analizzate ma potrebbero essere idonei all'attività trofica per alcune di queste, quali il riccio e la volpe. Tuttavia la limitata estensione dell'area, la sua localizzazione completamente immersa nel sito industriale e la mancanza di nuclei fitti di vegetazione, fa ritenere che l'impatto sia nullo o comunque poco significativo rispetto allo stato attuale.

Infine, in relazione agli Uccelli, si evidenzia che le aree riproduttive e/o di foraggiamento sono localizzate nelle vicinanze dell'area di cantiere ma non esattamente in coincidenza con questa; pertanto, si ritiene improbabile che le specie avifaunistiche considerate si spostino nell'area di progetto, mancando questa degli elementi che invece caratterizzano gli habitat occupati da queste specie. Inoltre, anche nel caso di specie di uccelli maggiormente ubiquitarie e con capacità adattive superiori, quali il gabbiano, si ritiene comunque che l'impatto sia di bassa significatività data l'estensione ridotta delle superfici sottratte rispetto alla disponibilità di habitat idoneo disponibile nelle aree circostanti al livello locale.

D.4.5.2.4 Frammentazione e insularizzazione di habitat

Per tutte le classi faunistiche esaminate, Anfibi, Rettili, Mammiferi e Uccelli, sulla base delle caratteristiche degli interventi previsti per la fase di cantiere, sono da escludersi fenomeni di frammentazione e/o insularizzazione di habitat in ragione del fatto che si tratterà di interventi circoscritti e di ridotte dimensioni in termini di superficie occupata. Oltre a questo, è da considerare che l'area di intervento è localizzata nella pertinenza della raffineria Sarlux ed è completamente circondata da strutture funzionali all'attività della stessa, ormai attive da decenni, in cui quindi non si rileva la presenza di habitat idonei per la fauna locale.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.5.2.5 Criticità per presenza di aree protette

In rapporto all'attuale normativa vigente, di carattere europeo, nazionale e regionale, gli interventi previsti nella fase di cantiere non saranno condotti all'interno di aree di importanza conservazionistica per la specie faunistiche di interesse, né in contesti prossimi alle stesse, tali da lasciar presagire significativi effetti diretti o indiretti sulle aree oggetto di tutela.

D.4.5.3 Fase di esercizio

D.4.5.3.1 Considerazioni generali

Le modalità di esercizio dell'impianto di produzione di idrogeno, in condizioni di funzionamento ordinarie, non prefigurano l'insorgenza di aspetti ambientali significativi a carico della componente faunistica. In particolare, non si ritiene possano verificarsi fenomeni di allontanamento e/o fuga da parte delle specie più sopra individuate che possano influire sullo stato di conservazione delle popolazioni locali.

L'utilizzo delle strade di servizio previste in progetto è limitato alle sole attività di controllo ordinarie; pertanto anche il traffico di automezzi può ritenersi trascurabile e tale da non determinare apprezzabili rischi di mortalità per le specie più esposte, con particolare riferimento alla classe degli anfibi e dei rettili.

Alla luce delle considerazioni già espresse per la fase di cantiere, valutate le caratteristiche delle superfici sottratte in modo permanente, l'impatto in esame è da ritenersi nel complesso scarsamente significativo.

D.4.5.3.2 Inquinamento luminoso e acustico

L'impiego di fonti luminose artificiali determina una certa mortalità sulla componente invertebrata, quali gli insetti notturni, in conseguenza della temperatura superficiale che raggiungono le lampade impiegate per l'illuminazione, o per l'attrazione che la presenza abbondante di insetti esercita su predatori notturni come i chiroteri; alcuni di questi ultimi inoltre risultano essere sensibili alla presenza di luce artificiale o risultare particolarmente visibili a predatori notturni.

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene necessario indicare delle misure mitigative quali:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi media.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per quanto concerne invece la valutazione degli impatti da inquinamento acustico, si rimanda alla relazione previsionale di impatto acustico, al momento in fase di elaborazione .

D.4.5.4 Fase di dismissione

Il progetto di installazione dell'impianto H2 Green prevede la costruzione di strutture fisse (capannoni) di cui non si prevede lo smantellamento in caso di dismissione ma che i macchinari e i componenti costituenti l'impianto vengano rimossi e che le strutture vengano riutilizzate eventualmente come magazzini o simili. Non si prevede inoltre lo smantellamento dell'area pavimentata che rimarrà parte dell'impianto.

Al momento della cessazione dell'attività produttiva, dunque, si manifesteranno impatti simili o inferiori a quelli della fase di costruzione. Gli effetti di disturbo sulla componente scaturiscono, principalmente, dall'occupazione di suolo per l'installazione del cantiere, dall'eventuale attività di bonifica e disassemblaggio dell'impianto e della viabilità di servizio, che sarà comunque limitata nel tempo.

D.4.5.5 Misure di mitigazione previste

Si elencano di seguito le misure di mitigazione più sopra individuate, a contenimento dei potenziali fenomeni di inquinamento luminoso a carico della componente faunistica:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto.

D.4.5.6 Eventuali effetti sinergici

Valutate le caratteristiche ecologiche degli ambiti di intervento, estremamente impoverite a seguito dello storico utilizzo industriale, della dimensione contenuta delle nuove superfici occupate e della sostanziale aderenza dei nuovi interventi ad ambiti già interessati dalla presenza di impianti e infrastrutture di pertinenza della raffineria Sarlux, non sono individuabili significativi effetti cumulativi a carico della componente in esame.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.6 Paesaggio

Si procede con l'illustrazione dei risultati emersi dall'analisi degli impatti del progetto sulla componente paesaggio e riportati nei dettagli all'interno della relazione paesaggistica (*Elaborato AM-RT10007*). Per una trattazione approfondita si rimanda dunque al suddetto documento.

L'area di intervento non risulta visibile dall'esterno del sito produttivo, è posta quasi al centro di esso ed è identificata al Catastato Fabbricati di detto Comune al Foglio 12 Mappale 194 Subalterno 1 graffato al Foglio 20 Mappale 262 e Foglio 21 Mappale 137.

I comparti urbanistici oggetto del presente studio urbanistico non presentano particolari valenze paesaggistiche. Come precedentemente descritto, si tratta infatti di un'area attualmente libera da impianti, manufatti e al momento non utilizzata, sottoposta a bonifica negli anni 2008 e 2009 e posta a nord del centro abitato di Sarroch all'interno del più grande sito petrolifero italiano. Quanto sopra risulta evidente dalla documentazione fotografica allegata alla relazione paesaggistica e di cui si riportano alcune immagini a titolo esemplificativo.



Figura 61 – Foto dell'area di intervento.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 62 – Foto dell'area di intervento.

L'area è posta quasi al centro del sito produttivo e non risulta visibile dall'esterno garantendo la mitigazione dell'impatto visivo del presente intervento.

L'intervento previsto in progetto comporta modificazione del territorio rispetto alla situazione attuale, senza che ciò possa però creare risvolti negativi. Trattandosi di territorio già fortemente antropizzato, peraltro senza un criterio di sviluppo unitario, la nuova trasformazione prevista nell'area non comporta fattori di rischio e di alterazione delle esistenti peculiarità paesaggistiche. A tal proposito si precisa che non sono previste specifiche azioni di mitigazione ed integrazione in quanto l'intervento urbanistico di per sé, pur modificando e trasformando il contesto esistente, ha indubbiamente effetti benefici di riqualificazione del paesaggio e dell'ambiente, perseguendo gli indirizzi del piano paesistico regionale di riqualificazione di aree industriali petrolchimiche attraverso la selezione di ambiti prioritari di intervento su cui attivare un progressivo processo di bonifica e rigenerazione ambientale ai fini di un riequilibrio paesaggistico tra sistemi ambientali e presenza industriale.

L'area si trova infatti compresa nei 27 ambiti costieri d'intervento, in particolare nell'ambito 2 "Nora" del Piano Paesaggistico della Regione Sardegna, al momento normati ed individuati.

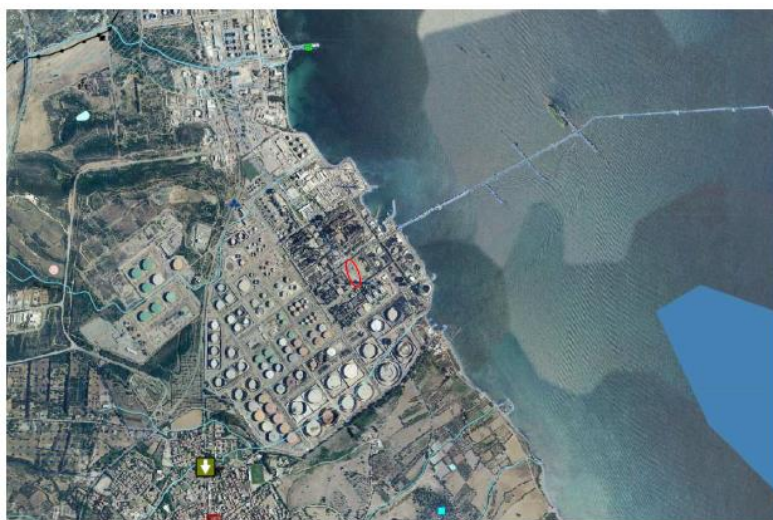
**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 63 – Inquadramento urbanistico nel PPR.

Inoltre, l'intervento si colloca in un'area di interesse paesaggistico ai sensi dell'articolo 142 del Decreto Legislativo n. 42/2004, essendo posto nella fascia dei 300 metri dalla costa (Figura 64).



☒ Art. 142 - Territori costieri fascia 300 metri

Figura 64 – Inquadramento vincolo art. 142 del D. Lgs n. 42/2004.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

L'area ricade nel vigente P.U.C. in zona urbanistica D1 – Area Industriale e ricade all'interno della fascia di perimetrazione delle Grandi Aree Industriali individuate ai sensi della DGR n. 16/24 del 28 marzo 2017(Figura 65**Error! Reference source not found.**).

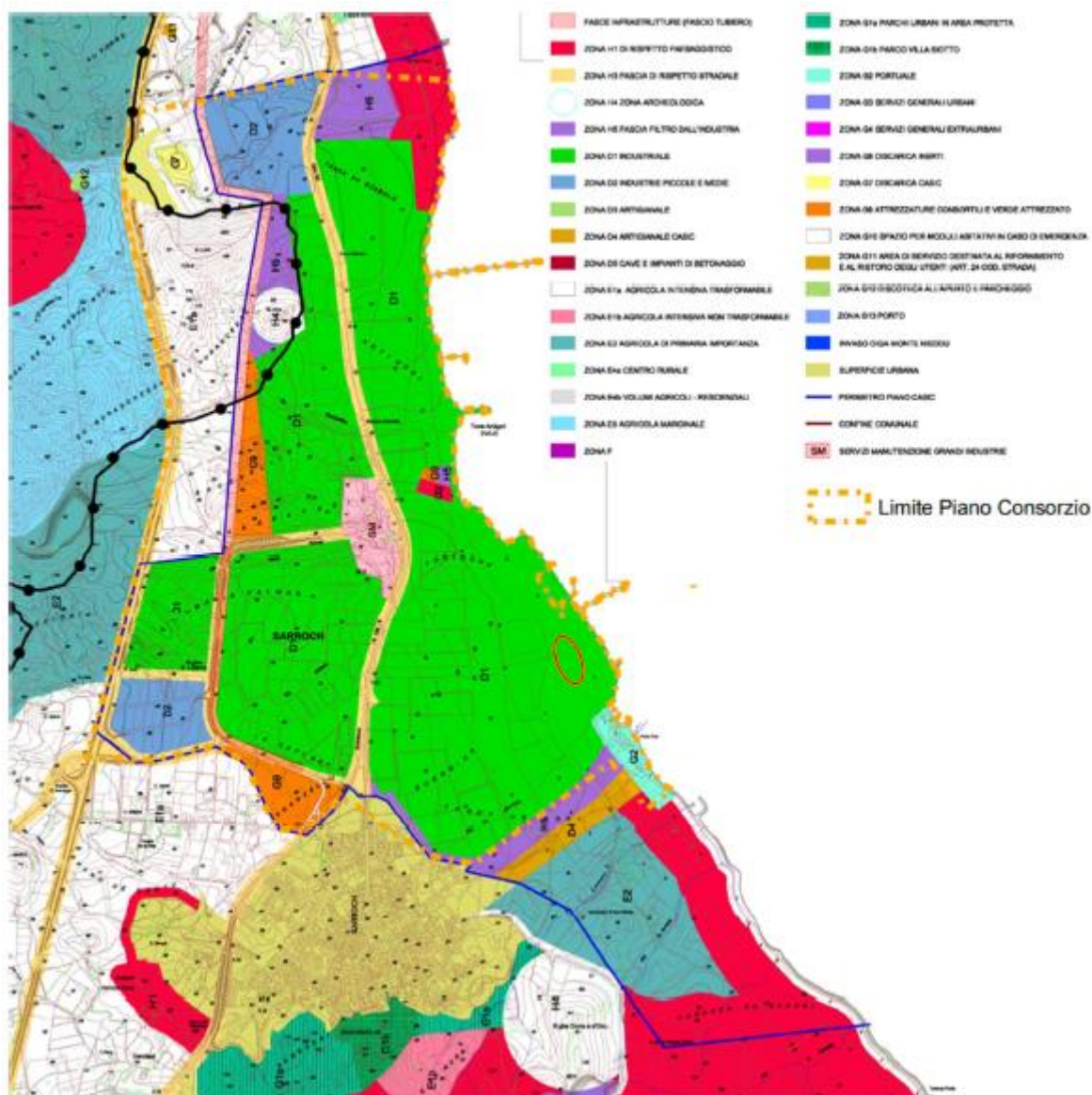


Figura 65 – Inquadramento dell'area nel PUC del comune di Sarroch.

Per quanto riguarda invece, l'aspetto esteriore delle strutture che costituiranno l'impianto nel suo complesso, come già descritto all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'impianto si articolerà principalmente in due fabbricati:

- L'edificio A conterrà la sala di controllo, i locali sanitari, la cabina LV-MV e le baie dei trasformatori;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- L'edificio B/C conterrà nella parte B l'elettrolizzatore e il raddrizzatore, nella parte C il sistema di purificazione dell'idrogeno e il sistema di purificazione e compressione dell'ossigeno. Nell'edificio è compresa l'installazione di un carro ponte.

Inoltre, ognuno degli edifici del presente progetto sarà completo di tutte le opere di finitura necessarie quali:

- infissi;
- tinteggiature;
- impianti interni di illuminazione;
- sistema HVAC;
- sistema rilevazione gas ed antincendio.

L'edificio A sarà una classica costruzione in muratura dotata delle opere di finitura sopra descritte; mentre l'edificio B avrà la forma di un capannone che conterrà la strumentazione principale e, per evitare emissioni acustiche da parte delle apparecchiature, la copertura del tetto e delle pareti sarà fatta con pannelli fonoassorbenti del tipo a doppio rivestimento metallico coibentati con isolamento in lana minerale di vetro. I pannelli utilizzati per il tetto potrebbero avere lamiera esterna profilata a 5 greche.

Per la finitura esterna dei fabbricati si è pensato ad un colore delle pareti color grigio chiaro per dare all'intervento un adeguato inserimento nel contesto esistente, mentre per le porte e le finestre si è pensato al colore blu, colore utilizzato anche per alcuni vani tecnici presenti nelle immediate adiacenze come la cabina AT2.

Figura 66 – Foto di dettaglio della cabina AT2 nelle vicinanze.



**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**
Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale



Figura 67 – Foto di altro dettaglio della cabina AT2 nelle vicinanze.



Figura 68 – Foto inserimento.

In conclusione si ritiene che le scelte urbanistiche progettuali siano tali da aver assicurato il mantenimento di standards minimi di riqualificazione dell'area, garantendo un armonico inserimento dei nuovi interventi previsti nel contesto esistente già fortemente antropizzato, senza alterare o compromettere le valenze paesaggistiche limitrofe.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.7 Rumore

D.4.7.1 Premessa

Al fine della valutazione dell'impatto del progetto sulla componente acustica è stata effettuata un'analisi dell'inquinamento acustico nei confronti dei fondi siti in esterno al fondo di pertinenza dell'azienda, al fine di analizzare ed individuare l'eventuale disturbo arrecato a terzi in difformità alle leggi vigenti. I risultati dell'analisi sono riportati dettagliatamente nella relazione di Valutazione previsionale di impatto acustico (Elaborato AM-RT10006) e vengono esposti sinteticamente di seguito.

Per lo svolgimento dell'analisi sono state individuate le possibili sorgenti rumorose all'interno dell'impianto di produzione di idrogeno:

- area di trattamento di acqua e azoto entranti nel processo;
- area elettrolisi;
- area di trattamento di idrogeno e ossigeno uscenti dal processo;
- generatore di emergenza.

Come già riportato al paragrafo D.3.8, il comune di Sarroch è classificato come classe VI "Aree esclusivamente industriali", per cui valgono pertanto i limiti di emissione, immissione e qualità riportati nella tabella di seguito (**Error! Reference source not found.**).

Tabella 22 – Valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione, valori di qualità, valori limite differenziali (artt.2, 3, 4, 7, DPCM 14/11/97 – Tabelle B, C, D)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (06.00÷22.00)	notturno (22.00÷06.00)
Valori limite di emissione – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	65	65
Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	70	70
Valori di qualità – Leq in dB(A)		
VI aree esclusivamente industriali	70	70
Valori limite differenziali di immissione – Leq in dB(A)		
Non applicabile		

D.4.7.2 Fase di cantiere

Al fine di valutare l'impatto acustico della fase di cantiere, sono state individuate le attività che saranno svolte e, sulla base delle schede del CPT di Torino, sono stati stimati i livelli di impatto acustico che sarà generato durante ognuna di queste.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Da quanto emerso in fase di valutazione previsionale, l'impatto della fase di cantiere sulla componente rumore è da considerarsi poco significativo.

D.4.7.3 Fase di esercizio

Dopo aver individuato le sorgenti rumorose connesse all'attività e aver classificato il territorio comunale di Sarroch, si è proceduto al calcolo previsionale dei livelli sonori generati, riportati graficamente nell'immagine di seguito (Figura 69).



Figura 69 – Isofoniche elaborate dal software previsionale CadnaA DataKustik.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Nella figura di seguito sono riportati i valori del livello continuo equivalente di emissione di pressione sonora attesi sul perimetro del lotto in quanto punti di interesse, identificati con P₀₁, P₀₂, P₀₃ e P₀₄.

L _{Aeq,TM} Livello di pressione sonora stimato nei punti di interesse dB(A) – contributo diurno		
P ₀₁	60,0	Perimetro lotto – Angolo nord ovest
P ₀₂	35,0	Perimetro lotto – Angolo nord est
P ₀₃	24,0	Perimetro lotto – Angolo sud est
P ₀₄	40,0	Perimetro lotto – Angolo sud ovest

Figura 70 – Emissioni previste all'interno del lotto.

L'analisi effettuata ha permesso dunque di stabilire che il rumore, immesso nell'ambiente esterno dall'attività produttiva svolta dalla SardHy Green Hydrogen S.r.l. non supererà i limiti fissati in termini di rumore rispetto al fondo sonoro già presente e sarà pertanto conforme al criterio differenziale ed ai valori limite di immissione ed emissione stabiliti dal piano di zonizzazione acustica comunale ai sensi delle leggi 447/95 e collegate e potranno pertanto ritenersi accettabili.

Inoltre, si ritiene che l'attività non sarà fonte di traffico veicolare tale da modificare i livelli sonori presenti nell'area di studio.

Inoltre, anche le vibrazioni derivanti dall'impianto saranno minime, in quanto la maggior parte dei macchinari saranno posizionati all'interno di stabili o cabinati. Inoltre, i capannoni che conterranno il sistema di compressione e il sistema di elettrolisi, che sono i processi ad alta emissione acustica, avranno una copertura di pannelli in materiale fonoassorbente.

Considerato quanto sopra e che l'impianto sarà situato all'interno di una zona prevalentemente industriale, in cui non sono presenti edifici a destinazione residenziale, né altri ricettori sensibili, si ritiene che non sia necessario programmare alcuna misura di mitigazione per ridurre i livelli di emissione.

D.4.8 Radiazioni non ionizzanti (campi elettromagnetici)

D.4.8.1 Premessa

Gli elettrodotti, le stazioni elettriche e i generatori elettrici non inducono radiazioni ionizzanti. Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono quelle non ionizzanti costituite dai campi elettrici e induzione magnetica a bassa frequenza (50 Hz, frequenza di rete), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio delle linee e macchine elettriche e dalla corrente che li percorre.

Altre sorgenti di radiazioni non ionizzanti sono costituite dalle antenne radio, radiotelefoniche e dai sistemi radar. Le frequenze di emissione di queste apparecchiature sono molto elevate se confrontate con la frequenza industriale ed i loro effetti sulla materia, e quindi sull'organismo umano, sono diversi. Se infatti le radiazioni a 50 Hz interagiscono prevalentemente con il meccanismo biologico di trasmissione dei segnali all'interno del corpo, le radiazioni ad alta frequenza hanno sostanzialmente un effetto termico (riscaldamento del tessuto irraggiato).

Tale diversa natura delle radiazioni ha un immediato riscontro nella normativa vigente che da un lato propone limiti d'esposizione diversificati per banda di frequenza e dall'altro non ritiene necessario "sommare" in qualche modo gli effetti dovuti a bande di frequenza diversa.

Sulla base del progetto in oggetto, così come descritto nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), nel presente studio si terrà conto delle sole radiazioni non ionizzanti a frequenza di rete (50 Hz).

La protezione dalle radiazioni è garantita in Italia dalla "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*" n. 36 del 22 Febbraio 2001, che definisce:

- esposizione: la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici o a correnti di contatto di origine artificiale;
- limite di esposizione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori [...];
- valore di attenzione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...];
- obiettivi di qualità: i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo stato [...] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Il Decreto attuativo della Legge quadro è rappresentato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 “*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*”.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, tale D.P.C.M. (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- I. i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- II. il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

D.4.8.2 Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere non è prevista l'emissione di campi elettromagnetici, pertanto si ritiene che non vi sarà alcun impatto.

D.4.8.3 Fase di esercizio

Al fine della valutazione dell'impatto elettromagnetico generato dalle correnti transitanti nelle linee in media tensione (MT), passati su passerella aerea, dell'impianto in progetto in fase di esercizio, si è considerato il rispetto dei limiti imposti dalla normativa presso le zone di permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere, facendo riferimento alla

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

normativa nazionale relativa alla protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete.

Di seguito, si riporta uno stralcio cartografico con indicazione approssimativa della posizione dell'area di progetto e della distanza dalle zone di permanenza superiori alle 4 ore giornaliere.



Figura 71 – Stralcio cartografico con indicazione della distanza dell'area di progetto da zone di permanenza > 4 ore

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Al fine di determinare l'impatto elettromagnetico generato dalla corrente transigente nelle linee MT oggetto del presente studio è stato considerato il caso peggiore, ovvero la linea con il più alto valore di corrente espressa in Ampere. Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche della linea considerata.

Tabella 23 – Caratteristiche tecniche delle linee MT

Utenza	Potenza stimata kW	Corrente	Livello di tensione	Lunghezza stimata	Sezione mm ²	Designazione	Percorso	DA	A	Diame tro
Transformer Green H2 15 kV	24/ 28 MVA	1078 A	15 kV	55	3(3x240)	RG16H1OR12 12/20 kV	Posa in passerella	TR-H2-1	QMT-H2-1	84

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Le caratteristiche tecniche sono state confrontate con quelle valutate all'interno delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 ovvero il documento denominato "*Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche*".

Tale documento è stato elaborato da Enel Distribuzione S.p.A., a cura della funzione Qualità, Sicurezza ed Ambiente (QSA) in collaborazione con la funzione Ingegneria ed Unificazione (IUN) e riporta le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di proprietà Enel Distribuzione di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio.

Per "*Distanza di Prima Approssimazione (DPA)*" si intende la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Nell'immagine seguente si riportano alcuni esempi di calcolo delle DPA su elettrodotti.

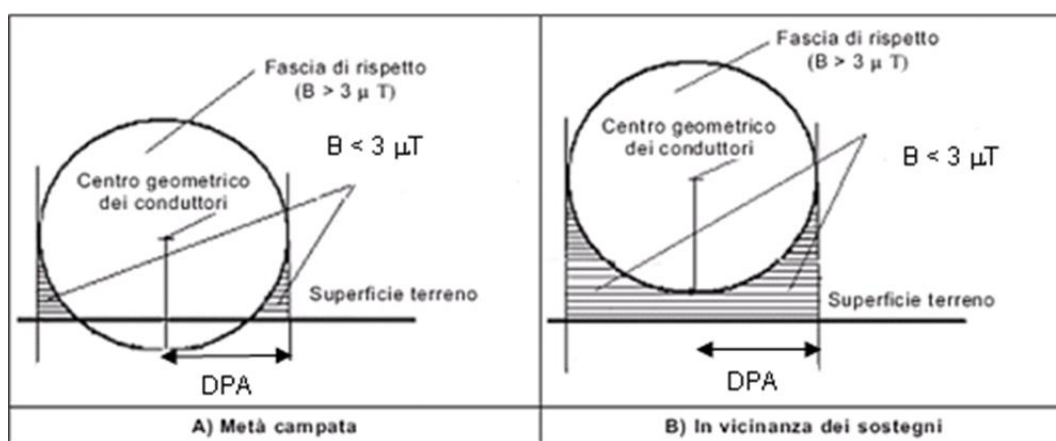


Figura 72 – Esempi di determinazione delle DPA

All'interno del citato documento elaborato da ENEL Distribuzione Spa la corrente massima valutata corrisponde a 870 A, a fini cautelativi verrà considerata la DPA del caso peggiore valutato da ENEL ovvero pari a 32 m, come si evince dall'immagine seguente.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

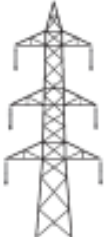
Armamento	Corrente	DPA (m)
	576	26
	444	23
	870	32
	675	28

Figura 73 – Caso peggiore analizzato nelle Linee Guida di ENEL Distribuzione Spa

Le zone di permanenza superiori alle 4 ore giornaliere sono poste ad Ovest del nuovo impianto di produzione di idrogeno e distano circa 1.000 m da esso.

Considerato che le linee MT valutate fanno parte di un impianto inserito all'interno di un complesso industriale e che le zone di permanenza superiori a 4 ore sono poste a distanze significativamente superiori a 32 metri, si ritiene che l'impatto elettromagnetico del progetto sulla salute della popolazione sia nullo o del tutto trascurabile.

D.4.8.4 Fase di dismissione

Durante la fase di cantiere non è prevista l'emissione di campi elettromagnetici, pertanto si ritiene che non vi sarà alcun impatto.

D.4.9 Salute pubblica

D.4.9.1 Aspetti generali

L'analisi della componente investe questioni legate alla salute, sicurezza e qualità della vita delle popolazioni che vivono ed operano nel territorio nonché del personale presente nello stabilimento, sia in termini di impatto diretto sia in termini di impatto indiretto su scala planetaria, associato in particolare al bilancio delle emissioni di gas-serra.

A livello locale, i potenziali riflessi del progetto sull'integrità della componente in esame devono riferirsi principalmente ai seguenti potenziali aspetti ambientali, analizzati in dettaglio nelle specifiche sezioni del presente SIA sia per la per fase di esercizio che per quella di cantiere, alle quali si rimanda per maggiori approfondimenti:

- emissione di inquinanti atmosferici (emissioni fuggitive) e conseguenti effetti sulla qualità dell'aria (cfr. par. D.4.1 e Quadro di riferimento progettuale);
- scarichi idrici (cfr. par. D.4.3.1.5 e Quadro di riferimento progettuale);
- produzione e gestione di rifiuti scaturiti dal processo costruttivo e dalle ordinarie attività manutentive degli impianti (cfr. par. D.4.12);
- aspetti legati al rischio di eventi incidentali (cfr. Quadro di riferimento progettuale) che possano inficiare la sicurezza delle popolazioni e degli operatori;
- introduzione di nuove sorgenti di rumore e potenziali riflessi sul clima acustico.

A livello globale, invece, il principale impatto del progetto riguarda il bilancio di emissioni di gas serra, come sarà meglio dettagliato di seguito.

Per le finalità di analisi sulla componente in esame, nel rimandare alle richiamate sezioni dello SIA per maggiori approfondimenti, saranno nel seguito riepilogati i principali elementi alla base del percorso valutativo.

D.4.9.2 Emissioni atmosferiche e qualità dell'aria

D.4.9.2.1 Fase di esercizio

Come descritto nel Par. D.4.1.1 e nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), i punti di emissione in atmosfera del progetto saranno i seguenti:

- Sfiato continuo di ossigeno dall'unità di purificazione dell'azoto (PK-01) rilasciato in atmosfera;
- Sfiati di ossigeno o idrogeno dal modulo di elettrolisi (PK-03) rilasciati in atmosfera;
- Due sfiati di idrogeno a livello dell'unità di purificazione dell'idrogeno (PK-04): uno sfiato atmosferico discontinuo per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità e uno sfiato in pressione costituito dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

all'utilizzo finale in casi di malfunzionamento, fuori servizio avviamento o emergenza. Lo sfiato in pressione viene inviato alla rete dei *blowdown* di raffineria e quindi convogliato alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux. Questi sfiati sono sostanzialmente costituiti da idrogeno che non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera e, tantomeno, in torcia, in quanto in quest'ultima la combustione di idrogeno comporta la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

Tre sfiati atmosferici discontinui di ossigeno a livello dell'unità di purificazione dell'ossigeno (PK-06): uno per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità, e due per la depressurizzazione del compressore che opera in due fasi (uno sfiato per ogni fase). Lo scarico di ossigeno atmosferico per la rigenerazione verrà utilizzato anche in situazioni di fermata dell'impianto, di emergenza o scenari operativi di raffineria quando si ha la necessità di evacuare rapidamente le linee. Tutti gli sfiati elencati sopra sono quindi tutti sostanzialmente costituiti solo da idrogeno o ossigeno e in quanto non dannosi per l'ambiente non costituiscono dunque delle emissioni in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del D.lgs. n. 152/2006.

Per quanto sopra esposto, si ritiene che a livello locale la realizzazione dell'impianto di produzione di idrogeno non abbia impatti negativi sullo stato di salute pubblica, in quanto non comporterà l'emissione di sostanze tossiche nell'ambiente e andrà anzi a ridurre di una quota quelle emesse dai processi attualmente utilizzati per la produzione dell'idrogeno necessario alla raffineria. Al momento, infatti, come descritto all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM - RT10002*), l'idrogeno necessario ai processi di raffinazione viene prodotto da sistemi che richiedono fonti fossili come materiali di partenza, il cui utilizzo comporta la produzione di emissioni in atmosfera, quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio e composti organici volatili, di cui sono noti e comprovati gli effetti sulla salute umana, poiché causa di stati infiammatori a livello del sistema respiratorio e per la loro cancerogenicità.

Dal punto di vista globale, l'impatto del progetto si rileva rispetto al bilancio delle emissioni di gas serra: la produzione di idrogeno mediante elettrolisi a partire dall'acqua di mare permette di ridurre le emissioni di gas serra, in quanto si sostituisce in parte alle tecnologie attualmente utilizzate che, come già descritto, producono idrogeno da fonti fossili; inoltre, il fabbisogno energetico delle attuali tecnologie è al momento soddisfatto da energia elettrica prodotta anch'essa da fonti fossili. **L'impianto di Sardhy Green Hydrogen Srl sarà invece alimentato da energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e sarà alimentato da acqua di mare, evitando in questo modo la produzione di una quota di gas serra associati all'utilizzo di fonti fossili, direttamente responsabili del cambiamento climatico.** Come visto nel paragrafo D.3.9.3, il cambiamento climatico è causa di effetti sulla salute quali, tra gli altri, effetti

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

legati a forti ondate di caldo e di freddo, maggiore pericolo di inondazioni, malnutrizione e incremento delle malattie infettive.

D.4.9.2.2 Fase di dismissione

Come già visto nei precedenti paragrafi, la fase di dismissione prevederà il disassemblaggio e la rimozione delle componenti che costituiscono l'impianto ma non la dismissione dei capannoni che lo ospiteranno, i quali verranno mantenuti per attività di magazzinaggio e simili. L'impatto associato a questa fase sarà dunque legato alla presenza di mezzi e alla movimentazione di materiale ma, al pari della fase di cantiere, verranno messe in atto tutte le misure atte a ridurre le emissioni di polveri e sostanze inquinanti. Per i motivi appena esposti e per il periodo di tempo limitato in cui queste attività verranno svolte, si ritiene che l'impatto sulla salute pubblica associato alla fase di dismissione non sia significativo.

D.4.9.3 Rilasci accidentali di inquinanti nei terreni e nelle acque

D.4.9.3.1 Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere, il rilascio accidentale potrà essere associato alla gestione delle acque di risulta e al rifornimento di carburante e lubrificante per i mezzi meccanici.

Per quanto riguarda il primo caso, tutte le acque di risulta provenienti dal cantiere saranno convogliate all'impianto di Trattamento Acque di Scarico - TAS della Raffineria Ove possibile si prevede il riutilizzo delle acque di lavorazione.

I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici saranno effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili sarà garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Sarà controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Saranno controllati giornalmente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

Particolare attenzione sarà posta a tutte le lavorazioni che riguardano perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità delle falde idriche sotterranee, che avverranno a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi. Nel caso di utilizzo di oli disarmanti, si sceglieranno preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici.

Considerate le misure di mitigazione messe in atto durante la fase di cantiere, si ritiene che l'impatto sulla salute pubblica associato al rilascio accidentale di sostanze inquinanti trascurabile.

D.4.9.3.2 Fase di esercizio

Come descritto all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'area su cui verrà realizzato l'impianto sarà completamente pavimentata, dunque eventuali sversamenti verranno convogliati in fognatura (TAS o API-TAZ), evitando la possibilità di rilasci accidentali nei terreni o nelle acque.

Lo sversamento accidentale nell'area di impianto potrebbe avvenire a livello degli scarichi idrici e nel caso di utilizzo di chemicals.

Come descritto nel par. D.4.3.1.5 e nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), gli scarichi di acqua dell'impianto associati al processo sono i seguenti:

- Spurgo continuo dell'unità di trattamento acque (PK-02), costituito da acqua demineralizzata;
- Spurgo idrico dall'unità di elettrolisi (PK-03), costituito da acqua demineralizzata, generato nei casi di fermo impianto e di interventi manutentivi.

L'acqua derivante PK-02 sarà acqua non contenente al proprio interno possibili inquinanti ma solo una più elevata concentrazione di ioni salini; l'acqua derivante dal PK-03 sarà acqua demineralizzata di un grado di purezza molto elevato, del tutto equiparabile all'acqua in ingresso al modulo di elettrolisi.

A questi scarichi si aggiungono quelli dei servizi igienici e le acque meteoriche.

Gli scarichi di processo sopra citati e lo scarico dei servizi igienici saranno inviati all'impianto TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria. Gli scarichi meteorici (senza alcuna possibilità di contaminazione) verranno convogliati all'impianto API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra che fa sempre parte dello stabilimento di raffineria.

A quanto sopra detto si aggiunge che, durante la fase di esercizio dell'impianto, i *chemicals* utilizzati sono riconducibili solo ad eventuali oli minerali isolanti e refrigeranti all'interno dei macchinari di impianto; altri *chemicals* saranno invece utilizzati esclusivamente durante le attività di manutenzione, quindi in maniera occasionale, nel corso delle quali verranno comunque garantiti efficaci presidi tecnici ed accorgimenti gestionali per minimizzare i rischi di perdita/sversamento accidentale. Questi sversamenti, che sono di conseguenza da ritenersi alquanto improbabili, avverranno comunque su area pavimentata e saranno convogliati al sistema di fognatura.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Dunque, **considerate le caratteristiche quantitative e qualitative dei suddetti scarichi idrici, l'assenza di ulteriori eventuali fonti di rilascio di inquinanti e le caratteristiche dell'area di impianto, si ritiene che non vi sia alcun impatto significativo sulla salute pubblica associato a questi fattori.**

D.4.9.3.3 Fase di dismissione

Poiché la fase di dismissione prevederà soltanto lo smantellamento dei macchinari che costituiscono l'impianto e non comporterà lavorazioni quali perforazioni e getti di calcestruzzo, si ritiene che l'impatto di questa fase sarà ridotto rispetto alla fase di cantiere. Per quanto riguarda invece la gestione delle acque di risulta e il rifornimento di carburante e/o di lubrificante dei mezzi meccanici verranno applicati gli stessi accorgimenti illustrati al paragrafo precedente.

Per quanto appena esposto, si ritiene che la fase di dismissione non avrà impatti negativi significativi sulla salute umana in termini di rilascio di sostanze al suolo o nelle acque.

D.4.9.4 Sicurezza e salute sul lavoro

D.4.9.4.1 Fase di esercizio

In relazione alla valutazione del rischio di eventi incidentali, è stata effettuata una verifica di assoggettabilità dell'impianto al D.lgs. 105/2015 "*Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose*": dallo studio effettuato è emerso che il nuovo impianto non rientra nel campo di applicazione del suddetto decreto.

Si è poi proceduto alla verifica dei possibili impatti generati dal nuovo impianto nell'area circostante attraverso l'analisi dei *worst-cases*. Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, l'analisi degli eventi incidentali di riferimento è stata condotta individuando le correnti significative (in termini di condizioni operative di composizione, pressione, temperatura e portata) ed ipotizzando per queste un rilascio alle massime condizioni operative (analisi delle rotture random sulle linee tra le diverse sezioni di impianto, fino al limite di batteria).

Dalle simulazioni effettuate, è emerso che l'impianto idrogeno non genera impatti significativi verso aree esterne al proprio limite di batteria.

In generale, la gestione delle problematiche di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro verrà svolta in accordo alle prescrizioni imposte dalla normativa di settore.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.9.4.2 Fase di cantiere

Tutte le attività eseguite in cantiere avverranno in conformità alle normative nazionali vigenti in materia di sicurezza sul lavoro ed ai requisiti messi in evidenza dal Contratto di appalto.

In particolare, al fine di definire un'organizzazione dei lavori di costruzione capace di assicurare e mantenere nel tempo le migliori condizioni di lavoro a tutela dell'integrità fisica dei lavoratori, in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa in materia (D.lgs. 81/2008), è stato redatto il *Piano di sicurezza e coordinamento (PSC)*.

I lavori in esame rientrano, infatti, negli obblighi previsti dall'art. 90 c.3 del D.lgs. 81/08, in quanto già nell'attuale fase progettuale è prevedibile la presenza, anche non contemporanea, di più Imprese.

In materia di sorveglianza sanitaria, i lavoratori che interverranno all'interno del cantiere dovranno essere ritenuti idonei alla specifica mansione dal medico competente della loro impresa; i datori di lavoro si impegneranno a far rispettare le prescrizioni previste dal medico competente per i diversi lavoratori.

I datori di lavoro delle diverse imprese, prima dell'inizio dell'attività in cantiere, dovranno comunicare il nome e recapito del medico competente al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione e presentargli una dichiarazione sull'idoneità dei propri lavoratori alla specifica mansione e le eventuali prescrizioni del medico.

Gli accertamenti di base, quando occorre, dovranno essere integrati dagli accertamenti più specifici, secondo la mansione svolta dal lavoratore. I suddetti accertamenti dovranno essere ripetuti ad intervalli di tempo non superiori a quelli stabiliti dai termini di legge del D.lgs. 81/08 ed articoli corrispondenti.

Inoltre, il datore di lavoro di ciascuna impresa presente in cantiere provvederà affinché ciascun lavoratore riceva un'adeguata informazione:

- i. sui rischi per la salute e sicurezza sul lavoro connessi alla attività della impresa in generale;
- ii. sulle procedure che riguardano il primo soccorso, la lotta antincendio, l'evacuazione dei luoghi di lavoro
- iii. sui nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di cui agli articoli 45 e 46 del D.lgs. 81/08;
- iv. sui nominativi del responsabile e degli addetti del servizio di prevenzione e protezione, e del medico competente.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

v. sui rischi specifici cui è esposto in relazione all'attività svolta, le normative di sicurezza e le disposizioni aziendali in materia nonché sul significato della segnaletica di sicurezza utilizzata sul luogo di lavoro e sui contenuti del POS della propria impresa;

vi. sui pericoli connessi all'uso delle sostanze e dei preparati pericolosi sulla base delle schede dei dati di sicurezza previste dalla normativa vigente e dalle norme di buona tecnica;

vii. sulle misure e le attività di protezione e prevenzione adottate.

Il contenuto della informazione deve essere facilmente comprensibile per i lavoratori e deve consentire loro di acquisire le relative conoscenze.

Allo stesso modo, ogni lavoratore autonomo, prima di entrare in cantiere, dovrà essere informato, tramite l'attuale PSC ed eventuali revisioni, sulle norme di sicurezza da adottare.

Ogni fornitore di materiali e/o attrezzature che dovesse intervenire per la consegna della merce in cantiere dovrà effettuare il deposito all'esterno del cantiere. Se sarà necessario il suo ingresso all'interno del cantiere, dovranno essere gestite tutte le eventuali interferenze con le lavorazioni in atto. Il fornitore stesso potrà in ogni caso entrare in cantiere solamente se accompagnato dal preposto alla sicurezza in cantiere o dal capo cantiere dell'assuntore committente.

Eventuali altri visitatori del cantiere, quali liberi professionisti addetti ad effettuare rilievi, verifiche, analisi, misure, ecc., potranno entrare in cantiere solo se accompagnati dal preposto alla sicurezza in cantiere o dal capo cantiere di uno degli assuntori.

Tutti coloro (lavoratori autonomi, fornitori, liberi professionisti, visitatori, ecc.) che entreranno in cantiere dovranno essere dotati dei DPI previsti per l'ingresso nel sito.

La dotazione personale minima di DPI per i lavori all'interno dello stabilimento è la seguente:

- Tuta da lavoro trivalente
- Maglia in cotone / Camicia antistatica
- Scarpe antinfortunistiche
- Elmetto
- Occhiali di sicurezza
- Guanti da lavoro
- Cuffia o inserti auricolari antirumore
- Maschera Antigas per auto salvataggio con filtro antigas di tipo ABEK-5

È obbligatorio inoltre l'uso dei Rilevatori CO/H₂S/gas esplosivi/O₂.

I DPI dovranno rispettare le caratteristiche indicate all'interno del DUVRI.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Ogni datore di lavoro di ciascuna impresa esecutrice (impresa affidataria ed impresa di subappalto) redigerà il *Piano Operativo di Sicurezza – POS* in riferimento alle sue esigenze di prevenzione connesse alle proprie attività nel cantiere ove opera e in correlazione a quanto disposto a proprio carico dall'art. 17 del D.lgs. 81/08 – D.lgs. 106/09.

Nello specifico il POS è un documento che costituisce un piano di sicurezza complementare e di dettaglio del PSC.

È pertanto il POS il mezzo tramite il quale ogni impresa esecutrice l'appalto assolve al suo obbligo di specificare ed indicare le proprie scelte autonome in tema di sicurezza sul lavoro, in conseguenza del modello di organizzazione del sistema di prevenzione che intende porre in essere sul cantiere ove opera, nonché, in funzione di particolari procedimenti operativi e peculiari scelte tecnologiche che intende adottare nei processi lavorativi.

Per quanto riguarda attrezzature e macchine, in cantiere saranno utilizzati esclusivamente mezzi conformi alle disposizioni delle normative vigenti. A tal fine, nella scelta e nell'installazione saranno rispettate da parte dell'impresa le norme di sicurezza vigenti e le norme di buona tecnica.

In particolare, l'operatore che utilizza l'autogrù, la gru o l'autocarro con braccio idraulico rispetterà le seguenti prescrizioni generali:

- Non utilizzare l'autogrù oltre le portate indicate nelle tabelle esistenti in cabina. In caso di dubbio chiedere la pesatura del pezzo da sollevare;
- Assicurarsi con le tabelle indicanti le portate massime ai vari sbracci siano sempre ben visibili;
- Sollevare i carichi solo dopo aver ricevuto un segnale dal personale incaricato all'imbragaggio;
- È vietato utilizzare il gancio di sollevamento per liberare carichi bloccati e per effettuare tiri obliqui.
- Per movimentare carichi nelle zone non direttamente visibili attenersi alle segnalazioni dei lavoratori appositamente incaricati dal responsabile di cantiere.
- Fare attenzione alla velocità del vento ed interrompere il lavoro quando questo diventi eccessivo per il tipo di carico sollevato e per il valore stabilito come ammissibile per la macchina;
- Assicurarsi che la via di corsa sia sempre sgombra da ostacoli;
- Controllare l'efficienza dei diversi fine corsa, e dell'arresto fissato sulla via di corsa;
- Controllare l'esatto funzionamento dei limitatori di carico e di momento ;
- È vietato manomettere i dispositivi di sicurezza, modificare il loro funzionamento o metterli in fuori servizio;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- Provvedere scrupolosamente alla manutenzione della macchina secondo le indicazioni fornite dal costruttore effettuando le relative messe a punto e controlli;
- Effettuare la verifica trimestrale delle funi di sollevamento annotando l'esito sul libretto della verifica negli appositi spazi;
- Non lasciare carichi sospesi in fuori servizio.

Allo stesso modo, all'interno del PSC sono riportate dettagliatamente le misure di prevenzione e le prescrizioni da rispettare per tutti gli altri apparecchi di sollevamento, per l'utilizzo delle scale, dei ponti su ruote a torre e dei ponteggi fissi e per le lavorazioni in quota con piattaforme sviluppabili.

In cantiere verrà poi posizionata la segnaletica di sicurezza, conforme al D.lgs. 81/08. In base all'art. 162 del nuovo decreto, quando nei luoghi di lavoro risultano rischi che non possono essere evitati o sufficientemente limitati con misure, metodi o sistemi di organizzazione dei lavori, il datore di lavoro deve fare ricorso alla segnaletica di sicurezza allo scopo di:

- avvertire di un rischio o di un pericolo le persone esposte;
- vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo;
- prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza;
- fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza.

Tra i possibili rischi a cui possono essere soggetti i lavoratori vi è quello legato alla presenza di atmosfere potenzialmente esplosive/incendiabili: nelle immediate vicinanze al cantiere, infatti, sono presenti aree o zone puntuali classificate a rischio di esplosione secondo le direttive ATEX.

Le aree sono segnalate con apposita cartellonistica. Saranno messe in atto tutte le azioni di minimizzazione del rischio da interferenza, precauzioni contro il rischio incendio ed esplosione.

Accanto al PSC, verrà redatto anche Piano di Emergenza Interno – PEI, un documento di organizzazione della sicurezza dello stabilimento, che riguarda l'insieme degli elementi finalizzati a controllare e circoscrivere gli incidenti in modo da minimizzarne gli effetti e i danni per l'uomo, le cose, l'ambiente. Questo conterrà tutti gli elementi utili che devono essere comunicati al Prefetto e alla Provincia per l'elaborazione del piano di emergenza esterno (PEE).

Per quanto sopra esposto, **si prevede che non vi saranno impatti negativi significativi sulla sicurezza e salute dei lavoratori coinvolti.**

D.4.9.4.3 Fase di dismissione

A pari di quanto svolto nella fase di cantiere, durante la fase di dismissione verranno applicate le misure previste dalla normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro. Inoltre,

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

considerando che la fase di dismissione prevederà in realtà un numero di attività inferiore, in quanto non verranno dismessi i capannoni e l'area pavimentata, si ritiene che il rischio di un impatto negativo significativo sia ulteriormente meno probabile rispetto a quello della fase di cantiere.

D.4.9.5 Emissione di rumore

Come descritto in maggior dettaglio al paragrafo D.4.7, la valutazione previsionale di impatto acustico non ha evidenziato criticità circa l'impatto del progetto sulla componente rumore in fase di esercizio, in quanto il rumore immesso dall'ambiente esterno dall'impianto di produzione di idrogeno non supererà valori limite di immissione ed emissione stabiliti dal piano di zonizzazione acustica comunale ai sensi delle leggi 447/95 e collegate e potranno pertanto ritenersi accettabili. Inoltre, come ampiamente sottolineato, l'impianto sarà situato all'interno di una zona prevalentemente industriale, in cui non sono presenti edifici a destinazione residenziale, né altri ricettori sensibili, per cui si ritiene che non sia necessario programmare alcuna misura di mitigazione per ridurre i livelli di emissione.

Per quanto appena esposto, **si ritiene che l'impatto delle emissioni rumorose sulla salute pubblica in fase di esercizio sia nullo.**

Per quanto riguarda la fase di cantiere, lo studio previsionale di impatto acustico non ha evidenziato criticità in termini di emissioni di rumore al di fuori di limiti previsti dalla normativa vigente.

All'interno del Piano di Sicurezza e Coordinamento – PSC, in accordo con quanto previsto dal Titolo IV del D.lgs. 81/08 – D.lgs. 106/09, è stata valutata l'esposizione quotidiana dei lavoratori in cantiere al rischio rumore in fase preventiva, facendo riferimento ai tempi di esposizione e ai livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla commissione prevenzione infortuni.

In generale:

- la prevenzione sarà esplicita fin dalla fase d'acquisto optando, ove possibile, per attrezzature silenziate;
- i macchinari saranno dotati di dispositivi tali da ridurre i livelli di inquinamento acustico;
- le macchine devono essere dotate di indicazioni ben visibili sul livello di emissione sonora nella postazione di guida;
- durante il funzionamento, gli schermi e le protezioni delle macchine e delle attrezzature devono essere mantenuti chiusi;

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

- per tutte le lavorazioni che ne richiedono l'uso, in quanto il rumore non è abbattibile, si devono prevedere idonei dispositivi di protezione individuali (cuffie, inserti, tappi).

I rischi derivanti dall'esposizione a rumore in fase di cantiere, valutati ai sensi del Titolo VIII, Capo II, del D.lgs. 81/2008, saranno ridotti al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, mediante misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte.

Quando il rumore di una lavorazione o di una attrezzatura non potrà essere eliminato o ridotto, si porranno in essere protezioni collettive, quali la delimitazione dell'area interessata e/o la posa in opera di schermature supplementari della fonte di rumore.

Se la rumorosità non è diversamente abbattibile è necessario adottare i dispositivi di protezione individuali conformi a quanto indicato nel rapporto di valutazione del rumore e prevedere la rotazione degli addetti alle mansioni rumorose.

Tutto il personale dovrà essere informato sui rischi derivanti dall'esposizione al rumore e sulle misure di prevenzione adottate a cui conformarsi (es. funzioni e modalità di impiego degli otoprotettori, ecc.).

La valutazione del rumore contenuta all'interno del PSC dovrà essere attentamente valutata dalle imprese e dai lavoratori autonomi che la dovranno rispettare. Nel caso quanto riportato non sia ritenuto aderente alla reale situazione dell'impresa, dovrà essere presentata richiesta di variazione con allegato il documento di valutazione dei rischi secondo quanto previsto dal Titolo VIII D.lgs. 81/08 – D.lgs. 106/09.

In conclusione, trattandosi di attività limitate nel tempo svolte in un'area non residenziale e priva di recettori sensibili e considerando che verranno implementati gli accorgimenti previsti dalla normativa di settore in materia di salute e sicurezza di lavoro, come sopra descritti, si ritiene che anche l'impatto della fase di cantiere sia poco significativo in termini di emissioni di rumore sia sulla salute pubblica sia su quella dei lavoratori.

D.4.9.6 Emissioni di radiazioni non ionizzanti (campi elettromagnetici)

Come descritto in maggior dettaglio al paragrafo D.4.8, **durante la fase di cantiere e di dismissione non è prevista l'emissione di campi elettromagnetici, pertanto, non si prevede alcun impatto.**

Per la fase di esercizio, al fine della valutazione dell'impatto elettromagnetico dell'impianto in progetto sulla salute della popolazione, è stato considerato il rispetto dei limiti imposti dalla

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

normativa presso le zone di permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere, facendo riferimento alla normativa nazionale relativa alla protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete, come dettagliato meglio nel sopra citato paragrafo D.4.8.

Considerando che le linee MT valutate fanno parte di un impianto inserito all'interno di un complesso industriale e che le zone di permanenza superiori a 4 ore sono poste a distanze significativamente superiori a 32 metri, tale valutazione si è conclusa stabilendo che l'impatto elettromagnetico del progetto sulla salute della popolazione è da considerarsi nullo o de del tutto trascurabile.

D.4.9.7 Effetti sinergici sulla componente

Per tutto quanto precede si può ragionevolmente ritenere che la realizzazione del progetto proposto non determini l'insorgenza di fattori di rischio a carico della salute umana che, sulla base delle attuali conoscenze, non siano efficacemente controllabili per effetto delle soluzioni tecniche adottate e dalle procedure di gestione che si intende applicare.

Allo stesso modo, sulla base delle analisi e valutazioni condotte, si può ragionevolmente escludere che il progetto induca un apprezzabile incremento dei potenziali fattori rischio a carico della salute umana rispetto alla situazione impiantistica *ex-ante*.

D.4.10 Ambiente socio-economico

D.4.10.1 Premessa

In ambito socio-economico, si può ragionevolmente affermare che gli impatti del progetto siano di carattere positivo sia a livello locale che a livello globale.

A livello locale, il progetto proposto configura benefici economici misurabili in termini di rafforzamento della competitività della realtà industriale di Sarroch. Si tratta infatti di un'attività del tutto innovativa rispetto a quelle esistenti nel territorio regionale e che, in quanto tale, potrebbe fare da apri-fila di una serie di interventi simili, dando avvio in questo modo ad un'espansione di questa tecnologia che è al momento notoriamente in crescita e di grande interesse in molteplici settori.

Le ricadute a livello locale sono misurabili anche in termini di indotto generato dalle attività di realizzazione e manutenzione dell'impianto, a vantaggio degli operatori economici specializzati del territorio (occupazione indiretta).

In particolare, in continuità con l'approccio seguito fin dalla nascita dell'insediamento industriale, si impegnerà a privilegiare, per quanto possibile e nel rispetto della normativa vigente, l'utilizzo di forza lavoro e di imprenditoria locale purché siano soddisfatti i necessari requisiti tecnico-qualitativi ed economici.

A livello globale, il progetto partecipa al raggiungimento degli ambiziosi obiettivi mondiali ed europei di decarbonizzazione, volti a contrastare i cambiamenti climatici, che hanno comportato anche per l'Italia l'avvio di un processo complesso mirato a sostituire l'attuale mix energetico incentrato sui combustibili fossili con uno a basse o a zero emissioni di carbonio, in un percorso di transizione energetica, ineludibile per raggiungere gli obiettivi di contenimento della crescita della temperatura globale.

L'Unione Europea è in prima linea nell'azione per il clima e la transizione energetica, puntando alla totale decarbonizzazione entro il 2050 e fissando l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra del 55%, e non più del 40%, entro il 2030 (rispetto ai livelli del 1990). La recente adozione del pacchetto "Fit for 55" conferma che la decarbonizzazione è al centro della costruzione dell'Europa del futuro.

L'Italia è da anni impegnata nella transizione energetica e il nuovo livello di ambizione definito in ambito europeo fornisce, quindi, l'inquadramento strategico per l'evoluzione del sistema, sul piano normativo e programmatico. L'attuale PNIEC prevede di raggiungere il 55% di energia elettrica prodotta tramite fonti rinnovabili, per far questo bisognerà incrementare tale quota a circa il 70% entro il 2030.

Nell'ottica di puntare a decarbonizzare la maggior parte dei consumi finali dell'energia attraverso l'elettrificazione alimentata dalle energie rinnovabili, l'idrogeno verde diventa

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

fondamentale per la messa in pratica di questa strategia in quei settori cosiddetti *hard-to-abate*, ovvero energivori, difficilmente decarbonizzabili con la sola elettrificazione diretta, quali le raffinerie. In seguito alla sostituzione di idrogeno grigio con idrogeno verde, quindi, è possibile ridurre in maniera ingente la dipendenza da fonti fossili, associando una importante riduzione di emissioni di CO₂ e in generale di gas ad effetto serra.

D.4.10.2 Aspetti socio-economici della fase di gestione dell'impianto e ricadute economiche

La gestione e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto di produzione di idrogeno verde apporteranno benefici allo stato occupazionale della popolazione e permetteranno di formare gli operatori rispetto ad una tecnologia in crescita nel settore industriale. Questo porterà dunque a sviluppare nuove competenze sul territorio, avviando in questo modo un percorso che sul lungo termine potrebbe portare la regione a diventare un punto di riferimento per questa tecnologia.

In termini numerici, si stima che siano necessari per la gestione quotidiana dell'impianto circa 6 operatori suddivisi in 3 turni per il processo e 1 operatore per la cabina elettrica.

Dal punto di vista strettamente economico, il progetto non risulta essere spiccatamente remunerativo ma rappresenta un piccolo tassello posto dai due soggetti che si sono uniti per formare la NewCo Sardhy nel raggiungimento degli obiettivi europei e nazionali all'interno di un settore, quello delle raffinerie, che ne rimane tipicamente al di fuori. Un progetto di questo tipo all'interno di una raffineria rappresenta quasi un *unicum*, che da un lato rafforza la competitività della realtà industriale di Sarroch e dall'altro permette di avviare un processo di conoscenza e diffusione della tecnologia all'interno della regione. L'impianto H2 Green potrebbe infatti rappresentare solo la prima di una serie di installazioni di questa tecnologia, che come noto, può essere sfruttata al servizio di numerosi settori. Parallelamente, la realizzazione di progetti di questa tipologia consentirà di diffondere maggiore consapevolezza e conoscenza su questi impianti specifici e sugli impianti a fonti rinnovabili in generale, aumentandone progressivamente l'accettabilità.

D.4.10.3 Ricadute economiche del processo costruttivo a livello locale

In accordo con quanto riportato negli elaborati dell'istanza, il valore stimato del costo dei lavori e delle spese generali può essere riassunto come segue (Tabella 24):

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Tabella 24 – Prospetto riassuntivo del costo dei lavori e delle spese generali stimati (esclusa IVA)

Categoria	Importo stimato [€]
Interventi previsti, oneri per la sicurezza e opere di dismissione	38.222.800
Spese relative alla progettazione, alla consulenza e al supporto tecnico	2.080.000
Collaudi	70.000
IMPORTO TOTALE	40.372.800

Realisticamente si prospetta che parte delle opere possano essere affidate a ditte locali.

Si stima una durata dei lavori di cantiere di circa 19 mesi, complessivi della fase di costruzione e di montaggio (14 mesi) e di *commissioning* (5 mesi).

Per le attività di costruzione e di montaggio, della durata di circa 14 mesi, il fabbisogno complessivo previsto di forza lavoro sarà di massimo 50 persone, dei quali circa l'80% avranno ruoli operativi e il rimanente 20% avrà ruoli coordinativi o direzionali.

Al pari della fase di cantiere, si ritiene che anche le attività da svolgere durante la fase di dismissione potranno essere in parte affidate ad operatori locali.

D.4.10.4 Ricadute dell'intervento sulla mobilità locale

Come descritto all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*) e nei paragrafi precedenti, durante la fase di cantiere vi sarà una presenza di mezzi per la fornitura dei materiali in un numero massimo di 10 al giorno come valore di picco: la frequenza e quantità di questi sarà variabile secondo lo stato di evoluzione della costruzione. Inoltre, gran parte delle sezioni di impianto saranno pre-assemblate, limitando in questo modo il numero di trasporti necessari, che saranno invece principalmente legati al materiale di riempimento per il sito di intervento

Per gli approvvigionamenti via strada l'appaltatore predisporrà un piano, completo di tutti i dettagli necessari, che verrà preliminarmente concordato con gli enti pubblici interessati.

Nella stesura del piano, che verrà riportato nel Piano Operativo di Sicurezza, l'impresa dovrà tenere conto del traffico urbano (planimetrie di progetto) o di particolari condizioni meteo climatiche o locali (orari di punta, pendolarismo ecc.) che possono influire sull'utilizzo della viabilità.

Le eventuali fasi attuative di modifica della viabilità saranno concordate con l'amministrazione comunale o con enti gestori specifici tipo autorità preposte al controllo del traffico Comune ecc..

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Per quanto sopra esposto e rimarcando la breve estensione nel tempo della fase di cantiere, si ritiene che l'impatto di quest'ultima sulla mobilità locale sarà lieve o comunque poco significativo.

Per la fase di dismissione, si ritiene che l'impatto sulla mobilità locale sarà ulteriormente inferiore, in quanto i mezzi previsti nella fase di cantiere sono associati alla fornitura di materiale per la *site preparation*, che non verrà svolta in questa fase, nella quale invece si provvederà unicamente a smantellare le attrezzature costituenti l'impianto.

Per quanto riguarda invece l'impatto sulla mobilità durante la fase di esercizio, si ritiene che l'impatto sia nullo, in quanto per la tecnologia utilizzata l'impianto non necessita di un rifornimento di materiali in maniera continua; questi saranno necessari solo nei casi di interventi manutentivi ordinari e straordinari.

D.4.11 Risorse naturali

D.4.11.1 Consumo di suolo

Come precedentemente esposto e come descritto più dettagliatamente nel Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), l'area interessata dalla costruzione del nuovo impianto risulta attualmente libera da impianti e manufatti ed è ubicata in un'ex area della Raffineria Sarlux, ove precedentemente era presente il Bacino di Contenimento del Serbatoio ST-1, ora smantellato completamente. In particolare, l'area verrà occupata dal nuovo impianto solo parzialmente per circa 6.080 m² rispetto ai complessivi 14.500 m². Si sottolinea che dopo lo smantellamento dei serbatoi l'area è stata soggetta a bonifica tra il 2008 e il 2009 dopo l'approvazione, da parte del Ministero competente, dei progetti per la messa in sicurezza (MiSE). Sarlux ha provveduto all'asportazione del terreno contaminato, secondo quanto previsto dal progetto condiviso e approvato dalle Autorità competenti, allo scopo di richiederne la sua restituzione per la realizzazione e svolgimento di nuove attività. Infine, Sarlux nel 2021 ha comunicato la chiusura delle attività di MISE relative all'Area ST-1.

Alla luce delle stime condotte nell'ambito dello sviluppo del progetto definitivo delle opere civili funzionali all'esercizio dell'impianto, si prevede in via preliminare che la realizzazione delle stesse determinerà l'esigenza di procedere complessivamente al riempimento di massimo 4.000 m³ di materiale, di cui di nuova estrazione circa 3.100 m³.

Inoltre, come evidente dalle immagini satellitari già riportate nel documento, l'area destinata alla realizzazione dell'impianto è completamente inserita nell'ambito della Raffineria Sarlux, confinando a nord con il Pipe Rack prospiciente la strada E, a sud con la strada C, a ovest con la strada IIE fronte impianti UNITA 800 e TAME, e a est con le Vasche API.

Per quanto sopra esposto, si ritiene che l'impatto sulla risorsa suolo associato al progetto in oggetto non sia significativo in quanto l'area in cui verrà realizzato l'impianto è completamente localizzato in un sito profondamente trasformato e antropizzato, il quale non sarebbe potuto essere destinato ad altre opere, se non comunque connesse alle attività del sito Sarlux: il progetto permette dunque di valorizzare l'area in oggetto contribuendo a ridurre l'impatto sull'ambiente del sito petrolchimico, senza l'occupazione di suolo con potenziali altri usi.

Inoltre, si ritiene che l'impatto sul consumo di suolo sia poco significativo anche per la ridotta estensione dell'area oggetto dell'intervento e dunque del quantitativo di terra da scavo che dovrà essere approvvigionata dall'esterno.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.11.2 Consumo idrico

Per quanto riguarda l'utilizzo della risorsa acqua in fase di esercizio, come descritto all'interno del Quadro di riferimento progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), la produzione di idrogeno dall'impianto Sardhy comporta i seguenti consumi idrici:

- Consumo di 4,5 m³/h di acqua di mare all'interno dell'unità di trattamento acqua (PK-02) che effettua un'ulteriore demineralizzazione dell'acqua demineralizzata in arrivo dall'impianto Acciona, già esistente a servizio della Raffineria e quindi al di fuori del perimetro del progetto;
- Consumo idrico di circa 3,6 m³/h proveniente dall'unità di trattamento acque PK-02 all'interno dell'unità di elettrolisi (PK-03);
- Consumo idrico per il raffreddamento del modulo elettrolitico (PK-03): saranno necessari circa 700 m³/h di acqua proveniente dalle torri di raffreddamento Marley già esistenti nella Raffineria. In questo caso l'acqua rientra nel sistema denominato "acqua da torri di raffreddamento" a ciclo chiuso di raffineria e, pertanto, il carico addizionale del nuovo impianto porterà ad un aumento del flusso di make-up (reintegro) del circuito esistente. Tuttavia, non ci sarà consumo idrico addizionale dato dal reintegro, in quanto la quota parte data dall'impianto in progetto sarà compensata da attività di efficientamento del sistema attuale presente nella raffineria. Una parte del raffreddamento di questo package è ad opera del chiller denominato PK-05, tuttavia in questo caso trattasi di acqua e glicole a ciclo chiuso che non prevede un consumo idrico;
- Consumo idrico per il raffreddamento dell'unità di purificazione dell'idrogeno (PK-04), dell'unità di purificazione dell'ossigeno (PK-06) e per i due chiller associati alle due unità di purificazione (PK-05 e PK-07) che consistono, come anticipato sopra, in acqua e glicole a ciclo chiuso e non prevede quindi un consumo idrico.

La scelta di utilizzare il bacino marino come fonte di approvvigionamento per l'acqua che alimenterà il modulo elettrolitico e non di acqua grezza si colloca nell'ambito di una strategia volta a non aggravare lo stato di difficoltà in cui grava il sistema idrico sardo da decenni: a causa delle fluttuazioni climatiche nell'isola e dell'uso poco attento della risorsa, quest'ultimo è risultato infatti spesso inaffidabile e inadeguato, esponendo il territorio a gravi situazioni di emergenza.

Consapevoli dunque della scarsità delle risorse idriche sul territorio, si è deciso di evitare il ricorso a fonti primarie di provenienza regionale per limitare e ottimizzare l'impronta idrica dell'impianto.

Considerato quanto appena esposto e che gli altri consumi idrici indicati rientrano in circuiti chiusi, si ritiene che l'impatto del progetto sulla risorsa acqua non sia significativo.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

In fase di cantiere verrà definito un dettagliato bilancio idrico dell'attività di cantiere, al fine di gestire ed ottimizzare l'impiego della risorsa idrica, eliminando o riducendo al minimo l'approvvigionamento idrico e massimizzando, ove possibile, il riutilizzo delle acque impiegate nelle operazioni di cantiere.

L'approvvigionamento idrico sarà fornito dal sistema di approvvigionamento di servizio idrico già presente nella Raffineria.

D.4.11.3 Consumo energetico

Come spiegato dettagliatamente nel Quadro di riferimento Progettuale (*Elaborato AM-RT10002*), ognuna delle unità che costituisce l'impianto di produzione di idrogeno comporta un consumo di elettricità. L'energia elettrica necessaria sarà virtualmente fornita mediante un PPA virtuale da impianti a fonti rinnovabili (fotovoltaici, eolici e idroelettrici) di Enel Green Power in Sardegna e sarà certificata all'origine.

L'impatto del progetto per quanto riguarda le fonti energetiche utilizzate può dunque essere stimato come positivo, in quanto l'energia elettrica è prodotta sul posto ed è inoltre annullata dai certificati all'origine, risultando di fatto essere prodotta da fonti rinnovabili, e in quanto l'impianto permette di produrre una quota di idrogeno e di ossigeno necessari alle attività della raffineria in modo sostenibile, contrariamente allo stato attuale in cui questi gas sono prodotti unicamente da fonti fossili, portando ad una riduzione stimata della CO₂ prodotta da circa 17.500 a 25.000 t/a.

D.4.11.4 Valutazione del progetto rispetto alla Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici

Nel 2019, la Regione Sardegna ha pubblicato la propria Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC), che si pone come documento quadro di forte spinta delle politiche e strategie settoriali e territoriali verso l'adattamento.

L'esigenza di proporre anche per la Sardegna una Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici in atto a livello planetario è maturata da quando l'evidenza scientifica dei fenomeni in atto ha messo in risalto le criticità che le peculiarità del territorio possono generare. La condizione di insularità, le dimensioni della Sardegna e la sua collocazione geografica, infatti, rendono i cambiamenti in atto particolarmente sensibili nelle interfacce costiere, nelle aree urbanizzate e in tutti i fragili sistemi naturali o naturaliformi delle aree interne.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Lo studio alla base della SRACC (Allegato 1 della Strategia “Metodi e strumenti per la strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”) ha dapprima analizzato vari possibili scenari di cambiamento climatico sfruttando dati storici e previsioni future e ha poi valutato capacità di adattamento, vulnerabilità e rischi di alcuni ambiti strategici, quali quello delle acque interne, quello agricolo e dell'allevamento, quello forestale e quello del dissesto idrogeologico. Dopo una breve descrizione delle evidenze emerse dallo studio, si andrà a valutare come eventualmente il progetto dell'impianto H2 Green possa impattare o essere impattato dalle conseguenze che i cambiamenti climatici avranno in questi ambiti.

L'analisi climatica ha evidenziato che in uno scenario ipotizzato caratterizzato da un livello intermedio di emissioni di gas serra e che contempla l'efficacia di alcune misure di mitigazione, gli incrementi attesi di temperatura media annuale si attesterebbero su 2-3°C, mentre le precipitazioni medie annue, pur subendo piccole riduzioni, si verificherebbero con una frequenza significativamente maggiore degli eventi idrometeorici estremi. In uno scenario, invece, caratterizzato da livelli di concentrazione di CO₂ in atmosfera più alti, associati all'assenza di misure di mitigazione, si prevedono incrementi di temperatura media dell'ordine di 4°C per l'ultimo trentennio del XXI secolo (2071-2100), un incremento negli eventi intensi di precipitazione e una diminuzione della precipitazione totale annua.

L'analisi dei dati climatici storici (dati delle stazioni dell'ex Servizio Idrografico per il periodo 1951-1999) segnala un'elevata variabilità della temperatura e delle precipitazioni. La temperatura minima media annua varia tra 7,2 °C e 14,6 °C e la temperatura massima media annua tra 15,6 °C e 22,7 °C. La precipitazione media annuale varia tra 414 mm e 1119 mm. Questo ampio range di variazione delle medie annuali di questi indicatori rivela una varietà di situazioni microclimatiche nell'isola, che suggerisce la necessità di disporre di serie storiche di dati climatici osservati per migliorare la qualità e la risoluzione spaziale degli scenari climatici futuri. Gli indicatori selezionati per individuare eventi estremi, indicano che la Sardegna è caratterizzata da un numero medio di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 30,1 °C che varia tra 5 e 55, con picchi di circa 55 giorni/anno a sud, mentre il numero medio di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera al di sotto di 0 °C varia tra 0 e 12, con picchi di circa 12 giorni/anno sull'area montuosa centrale. In termini di precipitazioni, la Sardegna è caratterizzata da un numero massimo di giorni annui consecutivi senza precipitazione che varia da circa 60 a 80.

Le proiezioni climatiche per il trentennio futuro 2021-2050 indicano un generale aumento delle temperature, la cui entità dipende dallo scenario considerato, e un aumento più marcato dell'intensità degli eventi di precipitazione nella parte orientale dell'isola, per entrambi gli scenari considerati. Lo scenario futuro prospetta, quindi, una concentrazione delle precipitazioni in un

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

numero limitato di eventi intensi, caratteristica che spesso gli scenari climatici riportano per diverse aree del mediterraneo.

Tra gli ambiti analizzati nello studio SARCC in termini di capacità di adattamento e di vulnerabilità vi è quello delle acque interne. Il sistema delle acque interne sardo è caratterizzato da perdite in rete tra le più alte in Italia, da scarsa qualità dell'acqua potabile distribuita in alcuni distretti, da tecnologie di potabilizzazione spesso obsolete, da elevata dipendenza da risorse idriche superficiali più vulnerabili all'inquinamento, ecc. Queste criticità potranno essere ulteriormente aggravate dalle pressioni climatiche future dovute, ad esempio, all'aumento dei consumi idrici in agricoltura, delle temperature e del trasporto solido nelle acque dei bacini, con conseguente maggiore rischio di processi di eutrofizzazione. Come evidenziato nel paragrafo dedicato ai consumi idrici, l'impianto di produzione di idrogeno sfrutterà per l'idrolisi solo acqua di mare e non da fonti primarie, evitando in questo modo di aggravare una situazione che al momento è già critica e che si prevede possa peggiorare se non vengono attuate misure di breve e lungo termine.

Per quanto riguarda l'ambito forestale, lo studio ne evidenzia il diffuso stato di abbandono, esponendoli a rischi ambientali (incendi, dissesto), i cui costi ricadono inevitabilmente sulla collettività. Il rischio incendi in Sardegna è già molto elevato, tenendo conto delle caratteristiche climatiche del periodo di riferimento (1981-2010) e i risultati dell'analisi rilevano un possibile ulteriore aumento della pericolosità e, quindi, un aumento degli incendi, soprattutto con lo scenario climatico intermedio, il quale -pur essendo caratterizzato da una minore concentrazione di CO₂ in atmosfera- prevede per la Sardegna una minore piovosità nel periodo estivo. Il territorio sardo risulta avere una criticità medio-bassa per quanto riguarda l'insieme dei possibili elementi di esposizione agli incendi mentre la sensibilità risulta avere una criticità media. L'indice di capacità di adattamento a livello comunale mostra che il 70% dei comuni ricade in una classe media e la restante quota nelle classi di più alta criticità. Da questo punto di vista, il progetto H2 Green non va ad aggravare le criticità esistenti, in quanto tra gli altri motivi, non occupa aree boschive; risulta invece vulnerabile al rischio incendio data comunque la relativa vicinanza ad aree verdi.

L'altro ambito per cui sono state valutate vulnerabilità e capacità di adattamento è quello del rischio idrogeologico, per cui una delle criticità evidenziate è un lento trasferimento delle prescrizioni di piano dall'amministrazione regionale e quelle locali. La Sardegna si è dotata di un Piano di Assetto Idrogeologico Regionale e di una normativa articolata che regola e, quando necessario, riduce anche drasticamente l'edificazione di nuovi insediamenti e infrastrutture in aree a rischio. Nel caso dell'impianto H2 Green, come già evidenziato nel Quadro di riferimento programmatico, (*Elaborato AM-RT10001*) non si evidenziano interferenze tra opere previste e

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

aree cartografate a pericolosità geomorfologica e idraulica dal PAI. In particolare, al momento della redazione del presente SIA, risulta che il Comune di Sarroch abbia preso atto dello studio di dettaglio delle aree a pericolosità idraulica e degli studi geologici, della relazione geologica e geotecnica e dello studio comunale di assetto idrogeologico per l'adeguamento del Piano Particolareggiato del Centro Storico al Piano di Assetto Idrogeologico. L'area di progetto non risulta compresa ricompresa nel Piano Particolareggiato del Centro Storico, pertanto sono vigenti i vincoli derivanti dal PAI.

Nello studio alla base della SARCC, sempre per quanto riguarda il dissesto idrogeologico, sono state effettuate delle analisi per valutare l'impatto riferito al rischio di allagamento con perdita di vite umane in ambito urbano. I risultati delle analisi mostrano livelli di pericolosità da eventi estremi di precipitazione giornaliera particolarmente alti nelle seguenti zone: Ogliastro, Sarrabus-Gerrei, Capoterra e Cagliariitano. Dunque, seppur l'impianto H2 Green non sia localizzato in un'area classificata come a rischio idrogeologico, questo è localizzato in un'area ad elevata densità abitativa, contraddistinta quindi da un livello elevato di pericolosità da eventi estremi.

Nel presente paragrafo, non si andrà ad analizzare le relazioni del progetto con l'ultimo ambito trattato dalla SARCC, quello agricolo e dell'allevamento, in termini di cambiamento climatico, in quanto non strettamente correlati.

D.4.12 Produzione di rifiuti

D.4.12.1 Fase di cantiere

I rifiuti prodotti dal cantiere saranno principalmente materiali di scarto dalle lavorazioni come sfridi di varia natura derivanti dalle operazioni di taglio di materiali e di componenti e materiali misti da costruzione e demolizione (CER 170904), materiali di scavo (CER 170504) e materiali bituminosi (CER 170302). Questi, in quanto rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione e attività di scavo, sono rifiuti speciali secondo quanto descritto dall'Articolo 184, c. 3, lettera b, D. Lgs 152/06.

Si consideri che l'area interessata dall'intervento, in quanto ad una quota inferiore di circa 2 - 2,5 metri rispetto alle quote altimetriche delle strade limitrofe, sarà soggetta a riempimento quindi la quantità di materiale di scavo residuo in uscita dall'impianto sarà minima.

Il raggruppamento dei rifiuti sarà effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, alle seguenti condizioni:

- A. i rifiuti saranno raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore, con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 10 metri cubi nel caso di rifiuti pericolosi o i 20 metri cubi nel caso di rifiuti non pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno e il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;
- B. il deposito temporaneo sarà effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative note tecniche.

I rifiuti prodotti dall'attività verranno smaltiti in conformità alle disposizioni di cui al D.lgs. 152/2006, in particolare l'impresa appaltatrice e le altre ditte che opereranno in cantiere garantiranno la massima pulizia del cantiere provvedendo, conformemente alle prescrizioni normative, ad allontanare dal cantiere tutti i materiali residui (imballaggi, materiali di sfrido delle lavorazioni, oli esausti, etc.).

Saranno predisposti, inoltre, recipienti per la raccolta di rifiuti minuti che saranno smaltiti con la necessaria frequenza.

Tutte le attrezzature e materiali impiegati saranno quotidianamente raccolti e riordinati evitando di lasciare materiale sparso nelle aree di lavoro.

Realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde mediante elettrolisi

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Saranno approntate aree per deposito dei rifiuti in prossimità dell'area di cantiere. Tali aree saranno preventivamente recintate e segnalate (si evidenzierà quale impresa sta utilizzando l'area e quale tipologia di materiale viene stoccato).

L'ordine e la pulizia del cantiere saranno elementi essenziali nell'ambito della gestione della sicurezza del cantiere. Quest'ultimo sarà mantenuto ordinato, pulito e privo di rifiuti/sfridi sparsi. Le imprese dovranno curare giornalmente tale aspetto.

Alla fine del singolo turno lavorativo ogni impresa provvederà a raccogliere tutti i materiali e attrezzature e collocarli negli appositi spazi dedicati.

Durante le attività, i preposti delle imprese verificheranno sempre che le vie di transito e le vie di fuga siano sgombre di materiali in terra.

Al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno dei cantieri saranno messe a conoscenza, formalmente, di tali modalità di gestione.

Considerato quanto sopra esposto e le misure di mitigazione che verranno messe in atto, si ritiene che l'impatto in termini di produzione di rifiuti in fase di cantiere non sia significativo.

D.4.12.2 Fase di esercizio

Durante l'ordinaria operatività dell'impianto Sardhy non si avrà produzione di rifiuti, che saranno generati solo durante le occasionali manutenzioni periodiche a cui sarà sottoposto l'impianto. In particolare, i rifiuti generati nel corso di queste attività saranno i seguenti:

- Elementi filtranti del PSA all'interno dell'unità di purificazione dell'azoto (PK-01);
- Resine ioniche forti nell'unità di trattamento dell'acqua (PK-02) in seguito alla loro sostituzione;
- Elettrodi del modulo elettrolitico (PK-03) in seguito alla loro sostituzione che avverrà ogni 10 anni;
- Catalizzatore esausto delle due unità di purificazione dell'idrogeno e dell'ossigeno.

Considerato che questi rifiuti saranno generati solo in occasione delle manutenzioni ordinarie dell'impianto e non vi sarà una produzione continuativa di rifiuti, si ritiene che l'impatto del progetto in termini di produzione di rifiuti non sia significativo.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

D.4.12.3 Fase di dismissione

La scelta di non dismettere i capannoni che ospiteranno l'impianto e l'area pavimentata sul quale sorgerà è volta a minimizzare la produzione di rifiuti associata a questa fase. Gli elementi che saranno invece dismessi, cioè tutte le attrezzature e i macchinari costituenti l'impianto nel complesso, verranno gestiti secondo la normativa di settore.

D.5 PIANO DI MONITORAGGIO

Sulla base delle analisi e valutazioni condotte nell'ambito della redazione del presente SIA, considerando che la zona industriale in cui sarà collocato il progetto è già da tempo oggetto di monitoraggi ambientali svolti dalla raffineria Sarlux, atteso che l'intervento in esame non prospetta il manifestarsi di aspetti ambientali significativi, ulteriori e diversi rispetto a quelli esaminati nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale, presentato contestualmente al presente studio; valutato, inoltre, che le analisi condotte non hanno evidenziato un aggravio significativo degli effetti ambientali attesi rispetto alla situazione *ex-ante*, si ritiene che le attività di autocontrollo, proposte nell'ambito del piano di monitoraggio e controllo allegato alla domanda di AIA (Scheda 5b), siano appropriate ed esaustive.

BIBLIOGRAFIA

- Angelina, P. et al. – ISPRA, 2009. *Il progetto Carta della Natura - Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000*.
- Apollonio et al., 2012. *Carta Vocazioni Faunistiche - Aggiornamento Carta delle Vocazioni Faunistiche della Sardegna - Sezione Ungulati* a cura di Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente
- ARPA Sardegna, 2020. *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020*
- Baldelli C., Bigazzi G., Elter F.M. & Macera P., 1987. *Description of a Permo-Trias alkaline lamprophyre embedded into the micaschists of garnet-staurolite-kyanite grade of north-eastern Sardinia island*. I.G.C.P. Project n°5, Newsletter, **7**, 8-10, Padova. Barca & Palmerini, 1973.
- Barca S. & Maxia M., 1982. *Assetto stratigrafico e tettonico del Paleozoico del Sarrabus occidentale*. In: Carmignani L., Cocozza T., Ghezzi C., Pertusati P.C. & Ricci C.A. (Eds.), Guida alla Geologia del Paleozoico sardo. Società Geologica Italiana. Guide Geologiche Regionali: 87-93, Cagliari.
- Barca S. & Spalletta C., 1985. *Nuove osservazioni sul conglomerato di Villasalto*. Giorn. di Geol., **46**, 25-32, Bologna.
- Barca S., Maxia C. & Palmerini V., 1973. *Sintesi sulle attuali conoscenze relative alla Formazione del Cixerri (Sardegna sud-occidentale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., **94**, 307-318, Roma.
- Bralia A., Ghezzi C., Guasparri G. & Sabatini G., 1981. *Aspetti genetici del batolite sardo-corso*. Rend. Soc. It. Min. Petr., **38**, 701-764, Milano.
- Ghezzi C. & Orsini, 1982.
- Caboi Rafaele, Massoli-Novelli Raniero & Sanna Giorgio, 1978. *La mineralizzazione a molibdenite di P.ta de su Seinargiu (Sarroch – Sardegna meridionale)*. Rend. Soc. Min. e Petrol., **34** (1), 167-186.
- Cao C., Puddu P. & Pazzaglia G., 1969. *Determinazione statistica delle curve di possibilità pluviometrica: applicazione alle piogge di durata inferiore alle 24 ore in Sardegna*. Atti del Convegno Nazionale su l'Idrologia e la sistemazione dei piccoli bacini, Roma – 6-7 giugno 1969. Ist. di Idr. e Costr. Idr., Univ. St. Cagliari, **39**, 293-315.
- Carmignani L. (Coordinatore) (1996) - *Carta Geologica della Sardegna (scala 1:200.000)*. A cura del Servizio Geologico Nazionale, Regione Autonoma della Sardegna. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Castorina F. & Petrini R., 1989. *Radiometric geochronology: some constraints to the isochron method by an iterative least-square approach*. Geochemical Journal, **23**, 101-109, Nagoya.
- Cocherie A., 1978. *Géochimie des terres rares dans les granodiorites*. Thèse 3.me cycle, Univ. Rennes.

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Cocherie A., 1985. *Interaction manteau-croûte: son rôle dans la genèse d'associations plutoniques calcoalcalines, contraintes géochimiques (éléments en traces et isotopes du strontium et de l'oxygène)*. Doc. B.R.G.M., **90**, pp. 246, Orléans.

Cocozza T., Jacobacci A., Nardi R. & Salvadori I., 1974. *Schema stratigrafico strutturale del Massiccio Sardo-Corso e minerogenesi della Sardegna*. Mem. Soc. Geol. It., **13**, 85-186.

Comune di Sarroch, 2015. *Progetto Sarroch Ambiente e Salute* a cura di Università di Firenze e Udine, dell'Azienda sanitaria e della Università di Cagliari.

Conte A.M., 1997. *Petrology and geochemistry of Tertiary calcalkaline magmatic rocks from the Sarroch district (Sardinia, Italy)*. Period. Min., **66**, 63-100, Roma.

De Martini (Coordinatore), 2007. *Piano Forestale Ambientale Regionale - Carta delle serie di vegetazione* a cura di Regione autonoma Sardegna, Ente foreste Sardegna, Corpo forestale e di vigilanza ambientale, Assessorato agricoltura e riforma agro-pastorale, stazione sperimentale del sughero, Università degli studi di Cagliari, Università degli studi di Sassari

Del Moro A., Di Simplicio P., Ghezzi C., Guasparri G., Rita F. & Sabatini G., 1975. *Radiometric data and intrusive sequence in the Sardinian Batholith*. N. Jb. Miner. Abh., **126**, 28-44, Stuttgart.
Di Simplicio P., Ferrara G., Ghezzi C., Guasparri G., Pellizzer R., Ricci C.A., Rita F. & Sabatini G., 1975. *Il metamorfismo e il magmatismo paleozoico nella Sardegna*. Rend. Soc. It. Min. Petr., **30** (1974), 979-1068, Milano.

Enel Distribuzione Spa, *Linea Guida per l'applicazione del Paragrafo 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"*.

Ghezzi C. & Orsini J.B., 1982. *Lineamenti strutturali e composizionali del batolite ercinico Sardo-Corso in Sardegna*. In: «Guida alla Geologia del Paleogene» di Lameyre & Bowden (1982).

Ghezzi C., Guasparri G., Riccobono F., Sabatini G., Pretti S. & Uras I., 1981. *Le mineralizzazioni a molibdeno associate al magmatismo intrusivo ercinico della Sardegna. I rapporti con le plutoniti ed i fenomeni di alterazione-mineralizzazione*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., **38** (1), 133-145, Milano.

Howarth RW, Jacobson MZ. *How green is blue hydrogen?* Energy Sci Eng. 2021;9:1676-1687
Intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2021. *Climate Change 2021-The physical Science Basis*

International Energy Agency (IEA), 2021. *Global Hydrogen Review 2021-Technology report*

International Renewable Energy Agency (IRENA), 2020. *Green hydrogen cost reduction*

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2014. *Quaderni 9/2014 – Illuminazione a LED e sostenibilità ambientale*

Istituto di Studi delle Relazioni Industriali (ISRI), 2008. *Valutazione intermedia sul Programma Operativo della Regione Sardegna dal 2000 al 2006 (POR 2000-2006)*

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Ivram s.a.s., 2011 *Carta Vocazioni Faunistiche – Censimenti IWC*, a cura di Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente

Malavieille J., 1993. *Late orogenic extension in mountain belts: insights from the Basin and Range and the Late Paleozoic Variscan belt*. Tectonics, **12**, 1115-1130, Washington.

Massoli Novelli R., 1967. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch. Nota II - I conglomerati vulcanici*. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, **37** (1-2), 125-141, Cagliari.

Massoli Novelli R., 1969. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch-Pula (Cagliari). Nota III - Su un filone dacitico*. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, **38** (1968), (3-4), 203-212, Cagliari.

Massoli Novelli R., 1965. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch. Nota I - Le andesiti*. La Ricerca Scientifica, **8** (6), 1577-1596, Roma.

MATTM, 2009. *Provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione e Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A. sito in Sarroch (CA). DSA-DEC-2009-0000230 del 24/03/09 e ss.mm.ii.*

Meriggi et al., 2005. *Carta Vocazioni Faunistiche - Studio relativo alla fauna stanziale* a cura di Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente

Meriggi et al., 2010. *Carta Vocazioni Faunistiche - Relazione conclusiva sulle ricerche su Pernice sarda e Lepre sarda*, a cura di Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente

Ministero dello sviluppo economico, Novembre 2020. *Strategia Nazionale Idrogeno- Linee guida preliminari*.

Mura A., Osservatorio Industriale della Sardegna, 2002. *L'impatto economico della Saras in Sardegna*.

Odum E.P., 1969. *The strategy of ecosystem development*. Science, **164** (3877), 262-270.

Orsini J.B., 1980. *Le batholite Corso-Sarde: anatomie d'un batholite hercynien. Composition, structure, organisation d'ensemble. Sa place dans la chaine varisque française*. Ph.D. thesis, Université de Aix-Marseille.

Pecorini G. & Pomesano Cherchi A., 1969. *Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna)*. Mem. Soc. Geol. It., **8** (1968), 421-451, Roma.

Pelletier I., 1960. *Le relief de la Sardaigne*. Rev. Géogr., **13**, pp. 484, Lyon.

Rondinini, C., Battistoni, A., Peronace, V., Teofili, C. (compilatori). 2013. *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani*. Comitato Italiano IUCN

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma Piga E. & Liguori G., 1985. *Il regime delle piogge intense in Sardegna*. Raccolta di dati. Atti della Fac. Ing, Univ. St. Cagliari, **27**.

Poli G., Ghezzi C. & Conticelli S., 1989. *Geochemistry of granitic rocks from the Hercynian Sardinia-Corsica batholith: Implication for magma genesis*. Lithos, **23**, 247-266, Amsterdam. Orsini, 1980.

Regione Autonoma della Sardegna, 2005. *Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della Regione Sardegna - Sintesi preliminare*.

Regione Autonoma della Sardegna, 2005. *Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della Regione Sardegna - Sintesi preliminare*.

Regione Autonoma della Sardegna, 2015. *Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna* (Allegato alla Deliberazione G.R. 24/12 del 19.5.2015) a cura dell'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e Qualità del Paesaggio e del Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche per il Territorio del Politecnico di Torino

Regione Autonoma della Sardegna, 2019. *Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici*

Sarlux S.r.l., 2021. *Dichiarazione Ambientale 2021*.

Sarlux Srl, 2020. *Attività di MISE Area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux-Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale*

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2012. *Piano di Caratterizzazione Raffineria Saras di Sarroch (CA) - D.M. 471/99*.

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2007. *Progetto di bonifica Hot Spot Area Parco Ovest Stabilimento Saras di Sarroch (CA) – Ottobre 2007*.

Sartec S.p.A. per Sarlux S.r.l., 2014. *Relazione di riferimento ai sensi del DM 272/2014 per lo stabilimento Sarlux di Sarroch (CA)*.

Sartec S.p.A. per Sarlux S.r.l., 2016. *Progetto di bonifica dei suoli - Stabilimento Sarlux di Sarroch (CA)*.

Sartec S.p.A. per Sarlux S.r.l., 2020. *Attività di MISE area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux Sarrochj (CA), Nota su riavvio attività e proposta di collaudo finale*

Sartec S.p.A. per Sarlux S.r.l., 2020. *Piano di Monitoraggio e controllo Ambientale – Report annuale, 2020*.

Sartec S.p.A. per Sarlux S.r.l., 2021. *Attività di MISE area ex serbatoio ST-1 Stabilimento Sarlux Sarrochj (CA), Nota chiusura attività e richiesta svincolo area*

**Realizzazione di un impianto di produzione di
idrogeno verde mediante elettrolisi**

Studio di Impatto Ambientale
Quadro di riferimento ambientale

Sirchia A., 1986. *L'industria sul mare – Storia, immagini, documenti dell'area industriale di Cagliari*. Pubblicazione a cura dell'ufficio stampa CASIC.

Sito web Agenzia europea dell'ambiente: <https://www.eea.europa.eu/it/segnali/segnali-2015/intervista/cambiamento-climatico-e-salute-umana>

Sito web Camera di Commercio di Cagliari – Oristano: <https://www.caor.camcom.it/>

Sito web Intergovernmental panel on climate change (IPCC): <https://www.ipcc.ch/>

Sito web ISTAT: <https://www.istat.it/>

Sito web National Geographic: <https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2021/09/perche-il-cambiamento-climatico-e-ancora-la-principale-minaccia-per-la-salute-umana>

Sito web SardegnaForeste: https://www.sardegnaforeste.it/flora_fauna/fauna

Sito web SardegnaMappe: <https://www.sardegnageoportale.it/navigatori/sardegnamappe/>

Spalletta C. & Vai G.B., 1982. *Contatto Devoniano pelagico flysch ercinico a Villasalto (Gerrei)*. In: Carmignani L., Cocozza T., Ghezzi C., Pertusati P.C. & Ricci C.A. (Eds.), Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo. Società Geologica Italiana. Guide Geologiche Regionali, 117-118, Cagliari.

Torre et al., 2005. *Carta Vocazioni Faunistiche - Studio e censimento relativo ai cormorani e alla avifauna migratoria nelle zone umide* a cura di Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente

Università Politecnico di Milano-Energy Strategy, settembre 2021. *Hydrogen Innovation Report 2021, le sfide per la creazione di un mercato dell'idrogeno*

Vaccaro C., Atzori P., Del Moro A., Oddone M., Traversa G. & Villa I., 1991. *Geochronology and Sr isotope geochemistry of late-hercynian dykes from Sardinia*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.: 71, 221-230, Zürich.