



*Discarica di rifiuti non pericolosi*  
*"Cà dei Ladri" – Gaggio Montano (BO)*

Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.

**PROGETTO DEFINITIVO**

Ottimizzazione del sito impiantistico esistente  
con realizzazione del 6° settore di discarica per  
rifiuti non pericolosi

**ELABORATO 06.1**

Addendum alla relazione di calcolo  
preliminare delle strutture

<b>Approvato</b>	E. Zamagni	Tecnico specialista:	
<b>Controllato</b>	L. Savigni F. Crociati	<input checked="" type="checkbox"/> L. Zanini	
<b>Redatto</b>	L. Zanini	<input type="checkbox"/> S. Beghelli <input type="checkbox"/> A. Cesanelli	
		<input type="checkbox"/> M. Palmieri <input type="checkbox"/> A. Barbieri	
<b>Rev.</b>	00	<b>Data</b>	22/04/2024
<b>Cod. Doc.</b>	DS 08 BO VA 02 D1 I4 06.01	<b>Pagine</b>	1 di 7

## ADDENDUM ALLA RELAZIONE PRELIMINARE DI CALCOLO



La relazione preliminare di calcolo illustra ed analizza gli schemi di calcolo relativi agli interventi da realizzare nell'ambito dell'ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi "Cà dei Ladri" attraverso il completamento e realizzazione del Sesto Settore con procedura PAUR. Tale progetto è caratterizzato da quegli elementi strutturali tipici di una discarica "di collina" e prevede – di conseguenza - la realizzazione di diverse tipologie di opere di consolidamento e presidio che comprendono strutture di base, separazioni intermedie, protezioni di monte e protezioni laterali oltre ad elementi complementari ed accessori di minore rilevanza fino anche a privi di rilevanza sulla base della DGR 2272/2016.

I riscontri tecnici omogenei con la superiore fase progettuale di Progetto Esecutivo potranno consentire la conferma e l'implemento della parametrizzazione geotecnica ipotizzata e la sua adozione esecutiva, oltre alle calcolazioni di dettaglio, per portare le opere a procedura autorizzativa di svincolo idrogeologico e di deposito sismico; infatti entrambe si basano su progetti esecutivi e non definitivi in quanto ne definiscono la effettiva cantierizzazione.

### DESCRIZIONE GENERALE DI PROGETTO DEFINITIVO

Le opere in progetto, a creazione nuovo ambito di discarica, avverranno su una porzione di versante posta a Nord dell'impianto esistente, in contiguità alle vasche esistenti; le vasche che comporranno il sesto settore, denominate V14, V15, V16 e V17 determineranno una ulteriore capacità utile di abbancamento pari a circa 540.000 mc, disposti su una superficie totale delle vasche pari a circa 61.400 mq, corrispondente ad un quantitativo di rifiuti abbancabili pari a 460.000 tonnellate, avendo considerato una densità media apparente indicativa del rifiuto pari a circa 0,85 ton/mc. Nel suo complesso l'impianto in essere si sviluppa su di un'area in pendio di circa 43 ettari, che si estenderà fino a circa 51 ettari col Sesto Settore con un incremento di soli 8 ettari (in percentuale circa il 19%). Esso si configura come una discarica di versante, situata all'interno un'area calanchiva costituita da terreni di elevata impermeabilità su substrato di argilliti. Il pendio su cui è impostata la discarica è parte di un ampio versante orientato a sud-est che dall'alveo del Reno (296 m s.l.m.) giunge sino all'altopiano di Bombiana (circa 800 m s.l.m.), piccola località posta in prossimità della zona di spartiacque fra Reno e Panaro; la forma del versante è spesso irregolare (ondulata) e a tratti calanchiva per la presenza di alcuni fenomeni franosi e litologie argillose. La vegetazione è rappresentata da campi a seminativo semplice, boschi di quercioli, prati ed arbusteti.

L'impianto nella sua classica evoluzione è stato suddiviso in settori per uniformare l'attività di gestione ai conferimenti di periodo e garantire il massimo della sicurezza per la stabilità e la minimizzazione dei rischi ambientali. Ogni settore è completo ed autonomo sia dal punto di vista strutturale sia funzionale ed impiantistico. L'impianto della discarica è inserito all'interno del Piano

Strutturale del Comune di Gaggio Montano come Infrastruttura di interesse generale quale "Impianto per l'ambiente e relativi servizi" .

Come già esposto precedentemente, si prevede la realizzazione di un nuovo settore limitrofo – il Sesto Settore - non a contatto con i settori già esistenti, con caratteristiche di lavorazioni e quindi di fasi di cantiere analoghe a quanto già seguito in quasi quaranta anni di attività, aggiornate secondo i dettami della più recente normativa specifica. Riassumendo le lavorazioni per macrofasi, si procede prima alla movimentazione dei terreni e alla realizzazione della morfologia delle vasche, alla esecuzione dei presidi strutturali, alla realizzazione e posa della barriera minerale sul fondo e sulle pareti delle vasche ed infine alla posa del pacchetto di geomembrane, degli strati drenanti e delle reti di captazione e drenaggio del percolato. Oltre a ciò occorre provvedere alla costruzione di nuovi tratti di viabilità di servizio asfaltata per il transito dei mezzi di conferimento (lunghezza pari a circa 700 m) e non asfaltata perimetrale di servizio per mezzi antincendio e gestione corrente del lotto (lunghezza pari a circa 1.100 m), alle relative piazzole di scarico e ai serbatoi di stoccaggio percolato, da collegarsi alla rete di raccolta esistente. Si segnala come la posizione delle piazzole di scarico proposta negli elaborati grafici di progetto è indicativa e potrà subire modifiche sia in fase di progettazione esecutiva, sia successivamente in fase di coltivazione per esigenze gestionali connesse con la stagionalità, il grado di avanzamento e la ottimizzazione funzionale delle manovre dei mezzi di lavoro.

Nella progettazione di questo nuovo settore si sono seguiti gli stessi criteri che sono stati alla base della realizzazione dei settori esistenti, adattandoli alla specifica situazione morfologica ed apportando le necessarie modifiche particolari che l'esperienza di gestione e l'introduzione di nuove tecniche e metodologie hanno suggerito: esse garantiscono l'idoneità dell'impianto ad accogliere i rifiuti non pericolosi previsti. Dal momento che le componenti progettuali prioritarie si riferiscono essenzialmente al rapporto con la struttura geologica e idrografica ed alle garanzie di impermeabilizzazione, la progettazione si è posta il problema principale di adottare, sia in fase di realizzazione che in fase di gestione, le tecniche costruttive e di conduzione più idonee a garantire la massima sicurezza nei confronti della stabilità dei terreni e della protezione delle acque superficiali.

Il Sesto Settore è composto di tre macro elementi che individuano 4 vasche. La suddivisione è mirata unicamente ad una migliore gestione delle fasi costruttive e gestionali del volume rifiuti; per questo motivo le vasche V15 e V17 si riferiscono ad un unico volume di abbancamento rifiuti con un'unica copertura definitiva. Il volume totale è individuato in 580.000 mc comprensivo dei materiali tecnici di gestione del rifiuto in relazione alle coperture giornaliere, ma ad esclusione degli argini esterni di contenimento e del pacchetto di copertura definitiva.

#### DESCRIZIONE GENERALE DEI CRITERI DI CALCOLO

Le opere si trovano lungo le sezioni di progetto, alcune longitudinali all'area ed altre trasversali, individuate anche nella relazione geotecnica e nello studio geologico; le prime sono nella direzione

della pendenza di versante, mentre le seconde attraversano le vasche di progetto in direzione ortogonale.

Per quanto riguarda la determinazione delle spinte di progetto, in relazione geotecnica sono esposte diverse condizioni al contorno, si individuano le spinte efficaci sulle singole opere di sostegno sulla base della ricostruzione litostratigrafica di dettaglio. La stratigrafia osservata - ed abbondantemente indagata con la campagna geognostica di merito - vede coltri di spessore modesto su un substrato argillitico differenziato in due tipologie (vedasi parametrizzazione di studio geologico e di relazione geotecnica) in quanto contraddistinto – a favore di sicurezza – da uno strato superiore attribuito a substrato alterato.

I sondaggi a carotaggio continuo e le indagini sismiche a rifrazione eseguite propedeuticamente alla fase di progettazione definitiva hanno permesso di ricostruire in campo la geometria della corte detritica. Nell'area del Sesto Settore il substrato non è esposto in superficie anche se è presente a scarsa profondità; si individua un modesto orizzonte detritico di copertura, il cui spessore è stato definito in loco dai sondaggi stessi (mediamente soli 1,4 mt vedasi rendicontazione di studio geologico). Il versante presenta dalla sommità (circa 520 m s.l.m.) fino a circa 430 m s.l.m. una morfologia caratterizzata da deboli avvallamenti e rigonfiamenti ad andamento irregolare.

Le linee-guida del progetto strutturale e le ipotesi progettuali assunte a base del lavoro si riconducono ai seguenti elementi:

- devono essere rimosse le modeste coltri detritiche presenti, con il sicuro raggiungimento, con la movimentazione dei terreni e l'inserimento di opere strutturali, dello strato di base inalterato;
- in via prioritaria per le vasche componenti il nuovo settore (e secondariamente per la viabilità e gli stoccaggi del percolato) devono essere disposti presidi strutturali profondi (paratie di pali trivellati) a garanzia di sicurezza, funzionalità e stabilità;
- deve essere posta in opera una rete di raccolta del percolato dedicata a servizio delle diverse vasche, con l'inserimento di parchi serbatoi contigui collegati alla rete di captazione esistente, per i quali sia funzionale ed agevole l'accesso e la gestione delle operazioni di manutenzione.

Le vasche in progetto si andranno ad impostare interamente in corrispondenza delle argilliti del substrato pertanto i terreni detritici di copertura, che in base ai dati acquisiti dai sondaggi a carotaggio continuo raggiungono al massimo uno spessore di soli 3,0 m, saranno completamente asportati.

Pertanto tutte le strutture di progetto sono da considerarsi "di fondazione" con tipologia profonda per mezzo di pali trivellati; in questi casi il giunto sismico perde di significato in quanto esso attiene e viene ricondotto alle strutture di elevazione fino dal DM 16/01/1996 in relazione alla oscillazione ed all'eventuale martellamento. La dimensione lineare degli elementi strutturali come individuati dal progetto ha consigliato di prevedere un giunto di dilatazione al di sopra dei 30-35 ml di lunghezza con disconnessione materiale fra i due corpi; saranno le lavorazioni di impermeabilizzazione poste

all'interno del paramento a garantire la continuità di vasca e la tenuta nei confronti del percolato in essa raccolto.

Non sono da ritenersi attendibili valori di assestamento dei pali trivellati tali da configurare una situazione di cedimento differenziale in quanto alle fondazioni profonde adottate sono attribuibili cedimenti di soli 6 micrometri per tonnellata ad individuare un totale medio di soli 30 centesimi di millimetro con valori chiaramente non pertinenti e molto inferiori in relazione a comportamenti differenziali delle strutture.

### DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLE OPERE DI PROGETTO DEFINITIVO

Le opere principali per la predisposizione delle strutture del nuovo settore consistono sostanzialmente in movimenti di terreno per la creazione degli invasi e realizzazione di strutture in cemento armato per i presidi ed il sezionamento alle vasche e per le protezioni sommitali e laterali con realizzazione di diverse tipologie di opere di consolidamento e presidio che comprendono strutture di base (codice A), separazioni intermedie (codice B), protezioni di monte (codice C) e protezioni laterali (codice D) suddivise, appunto, e denominate A1, A2, A3, B1, C1, C2, C3, D1...D8 come rappresentate nelle tavole grafiche di Progetto Definitivo (di cui la tavola 24 è quella dedicata).

I movimenti di terra sono costituiti dallo scavo di sbancamento nei lotti previsti in modo da asportare la coltre superficiale di terreno ed addentrarsi nel materiale più consistente secondo le sezioni di scavo previste, con adozione di una serie di banche e scarpate di fondo. Il terreno asportato verrà in parte riutilizzato all'interno dell'area per provvedere alla realizzazione delle arginature di contenimento ed ai rilevati stradali, in parte movimentato nell'ambito di scarica soprattutto in relazione alla realizzazione delle coperture definitive ed al ripristino ambientale e in parte marginale dovrà essere caricato e trasportato ad idonei siti esterni per il recupero nel caso in cui lo sfasamento dei flussi di carico e scarico rendano non disponibili gli stoccaggi interni all'impianto.

Lungo il margine superiore di ciascuna vasca è stata prevista la realizzazione di un diaframma di pali trivellati (diametro 600 mm) con funzione di sostegno e contrasto nei confronti di eventuali spinte da monte (con riferimento all'opera sommitale di protezione). L'opera (codice C) è costituita da protezione di monte con una paratia di pali di diametro 600 mm e lunghezza 15 m, ad interasse di 140 cm; il cordolo di coronamento sarà a sezione rettangolare 90x50(H) cm completato da nervatura estradossata con muretto c.a. di dimensioni 30x50h; le spinte a tergo sono determinate dalla coltre di copertura presente in ragione di circa 2,7 mt e dalla caratterizzazione geomeccanica dello spessore di substrato alterato ricondotto cautelativamente a 7,7 mt.

Ogni comparto si imposta sulle cosiddette "strutture di base" costituite da diaframmi di pali trivellati (diametro 800 mm) con sovrastante muro di sostegno in conglomerato cementizio armato; l'opera (codice A) è costituita da struttura di base con una paratia di pali trivellati del diametro di 800 mm e

della lunghezza di 15 m, ad una distanza di 180 cm disposti a quinconce; il muro di contenimento avrà un'altezza di circa 4 mt con uno spessore in testa di 40 cm e alla base di 70 cm insieme alla fondazione di 280x80(H) cm; le spinte a tergo sono determinate solo dall'ammasso dei rifiuti stoccati in quanto la coltre di copertura verrà completamente asportata con ricostruzione di strato argilloso; lo schema strutturale vede 2,1 mt di rilevato e 2,7 mt di substrato alterato.

Sono presenti sezionamenti intermedi (codice B) con paratia di pali trivellati diametro di 600 mm (della lunghezza di 15 m, ad una distanza di 170 cm disposti a quinconce) e muro a retta di contenimento che avrà un'altezza di circa 2,5 m con uno spessore in testa di 40 cm e alla base di 70 cm insieme alla fondazione di 250x80(H) cm. Le spinte a tergo sono determinate solo dall'ammasso di rifiuti in quanto la coltre di copertura verrà completamente asportata con ricostruzione di strato argilloso; lo schema strutturale vede 3,0 mt di rilevato e 6,0 mt di substrato alterato.

Inoltre, lungo i margini laterali delle vasche è previsto localmente l'inserimento di opere strutturali (codice D) costituite da diaframmi di pali trivellati (diametro 600 mm). In particolare, il presidio da realizzare lungo il margine nord orientale della vasca 14 intende proteggere la sponda dall'eventuale evoluzione retrogressiva dei dissesti individuabili nella cella pseudo-calanchiva impostata nell'impluvio adiacente. Le strutture introdotte lungo il margine meridionale della medesima vasca 14, invece, sono finalizzate alla tutela della viabilità esistente, posta direttamente a monte di un fronte di scavo rilevante. Le strutture di codice D sono costituite da una paratia di pali di diametro 600 mm quale presidio laterale; il cordolo di coronamento sarà a sezione rettangolare 90x50(H). La situazione stratigrafica è esposta nella relazione geologica a pagina 25 con spessore di coltre che si differenzia nelle diverse localizzazioni d 1,5 a 4,0 mt.

Infine, le strutture considerate lungo il perimetro meridionale delle restanti vasche sono indirizzate a proteggere il fianco del corpo rifiuti da eventuali detensionamenti superficiali in fasce dove il versante adiacente presenta un'acclività non trascurabile.

Le protezioni laterali o dei fianchi vengono adottate in ordine a due problematiche principali di cui la prima è vulnerabilità locale dello scavo in relazione a possibile movimentazione di conci di terreno laddove convergano condizioni geometriche stratigrafiche sfavorevoli e locale alimentazione idrica anche effimera; in pratica smottamenti marginali del fronte di scavo con elemento di fragilità anche funzione del tempo di esposizione dello scavo aperto e delle successive stagionalità; la "berlinese" costituisce trattenimento e chiodatura sul substrato con azione a taglio del volume di terreno potenzialmente instabile. La seconda problematica è costituita da vulnerabilità locale delle infrastrutture locali presenti in relazione alla viabilità secondaria (gerarchicamente inferiore e quindi passibile di variazioni in fase di gestione operativa), alle dotazioni impiantistiche di vasca ed all'innesto nelle piazzole di scarico; in questo caso l'accadimento a cui ci si vuole opporre è l'ammaloramento temporaneo della infrastruttura

secondaria; la "berlinese" costituisce in genere presidio di sottoscarpa con trattenimento di quanto a monte e chiodatura sul substrato con azione a taglio e protezione dell'area soprastante.

Lungo i nuovi tratti di viabilità di servizio sono state previste esclusivamente opere finalizzate al sostegno di scarpate che si verranno a determinare a seguito dei movimenti terra per impostare la sede viaria. Queste, unitamente a lavorazioni di regimazione idraulica nel fosso di ambito, potranno rientrare - in forza della tipologia muraria e della altezza inferiore ai 3 mt - nella fattispecie di cui al punto A.2.1 c) dell'elenco in Allegato 1 della delibera DGR 2272/2016 del 21/12/2016 e pertanto vengono normativamente classificate come privi di rilevanza statica ai fini della pubblica incolumità ai fini sismici, con procedura documentale di cui al codice L2 di cui all'asseverazione modello MUR A1.D1 omogenea all'autorizzazione al vincolo idrogeologico ed al deposito sismico. E' ovvio come la puntuale elencazione dei codici di riferimento normativo regionale sia omogenea alla fase di Progetto Esecutivo ed ad esso si rinvia per il dovuto elenco esaustivo.

Le attività progettuali nella fase di Progetto Esecutivo, successivo alla presente, porteranno a conoscenze maggiormente mirate in corrispondenza delle opere strutturali individuate da codesto progetto definitivo (strutture di base; sezionamento di versante; protezioni di monte; protezioni laterali; strutture scatolari per serbatoi percolato, .... etc.), con conseguenti possibili attività di modifica, ottimizzazione o implementazione delle stesse. I riscontri tecnici omogenei con la superiore fase progettuale potranno consentire la conferma e l'implemento della parametrizzazione geotecnica ipotizzata e la sua adozione esecutiva per le opere da portare a procedura autorizzativa di svincolo idrogeologico e di semplice deposito sismico e di dichiararle congrue ai disposti normativi secondo le norme NTC 2018 e s.m.i. quivi contestualizzate agli elementi progettuali omogenei al disposto di cui al DPR 207/2010 art. 26 in tema di relazioni tecniche e specialistiche del Progetto Definitivo.

E' ovvio come la caratterizzazione geomeccanica e stratigrafica riguardi le opere principali quale ossatura del Sesto Settore ed essa goda della piena definizione dei parametri geometrici e geotecnici afferenti mentre le possibili vulnerabilità locali non possano avere compiutezza dimensionale tali da portarli a caratterizzazione strutturale di merito; compito demandato al Progetto Esecutivo sulla scorta degli approfondimenti tecnici ad esso omogenei (campagne geognostiche specifiche, saggi diretti con escavatore meccanico, rilievi topografici di dettaglio, omogeneizzazione strutture secondarie con infrastrutture di servizio, ..... etc.).

Ing. Lamberto Zanini



Riola, li 22 aprile 2024.