



TENNACOLA SpA
SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

COLLETTAMENTO DEL VERSANTE EST DI MONTE SAN GIUSTO AL DEPURATORE GUAZZETTI DI MONTEGRANARO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

PROGETTISTA
Dott. Ing. Sergio Paolucci

ELABORATO 1

Scala

Revisione

Data

4

Marzo 2021

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
1.1	Inquadramento normativo.....	2
1.2	Descrizione generale del Progetto.....	4
2	STATO ATTUALE DEI SISTEMI DI FOGNATURA E DEPURAZIONE.....	6
3	CRITERI E PARAMETRI PROGETTUALI DI BASE	7
4	DESCRIZIONE TECNICA DELL'OPERA.....	11
4.1	Materiali previsti per la costruzione dei collettori e opere accessorie	11
4.2	Tracciati di progetto	15
4.2.1	Collettore Principale	16
4.2.2	Collettore Secondario.....	17
5	FASCICOLO FOTOGRAFICO	19
6	QUADRO ECONOMICO	28

1 INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento normativo

Gli orientamenti tecnici e gestionali nel settore idrico, impartiti originariamente dalla Legge 36/94 "Galli" prima e dal Decreto Legislativo 152/2006 "Testo unico Ambientale" successivamente, ormai da anni sono volti ad affermare il principio della gestione integrale del ciclo delle acque: l'adduzione e la distribuzione delle acque, le fognature e la depurazione non sono più considerate fasi separate, ma, al contrario, facenti parte di un insieme che deve necessariamente essere pianificato e gestito in modo coerente per garantire la salvaguardia e l'utilizzo ottimale della risorsa acqua.

I gestori del servizio, gli utenti, i progettisti, i produttori hanno quindi cambiando il loro approccio alle problematiche del settore, passando dalla filosofia di "opera" (da progettare, realizzare e gestire), a quella di "sistema" (coerenza, garanzia di qualità e risultati in tutte le componenti, affidabilità dell'insieme).

L'intervento proposto è compreso nel programma degli interventi che l'A.T.O. n° 4 ha redatto ed approvato nel dicembre 2003 dall'assemblea dell'A.T.O. stessa. A tal proposito si riporta di seguito una breve citazione estratta dalla relazione generale del "Piano degli Interventi" (Dicembre 2003), riguardante le strategie e priorità relative al servizio di fognatura.

".....Per quanto riguarda servizio di fognatura, con il completamento sistematico della mappatura territoriale delle reti fognarie all'interno dei singoli Comuni facenti parte dell'A.T.O. n.4, la strategia prioritaria prevede l'analisi locale delle situazioni critiche e le conseguenti operazioni di raccolta del 100% dei reflui dei centri abitati ed il loro convogliamento ai collettori di fondovalle, con consegna finale ai depuratori sovracomunali per i necessari trattamenti.

Per ottenere ciò, verranno ottimizzati i reticoli interni dei Comuni interessati al fine di limitare al minimo gli sversamenti di refluo nero in acque superficiali, provenienti dalle reti miste esistenti un po' ovunque nei capoluoghi.

Si tratta quindi di diminuire i punti di scarico dei Comuni, in modo tale da facilitare la gestione delle reti fognarie ed il loro recapito ai depuratori, con l'ausilio del minor numero possibile di sollevamenti interni ai centri abitati."

Con Decreto Legislativo n° 152 dell'11/5/1999 e successivamente con Decreto Legislativo n° 258 del 18/8/2000, oggi sostituito dal Decreto Legislativo n° 152/2006, sono state pubblicate le norme di "*Tutela delle Acque dall'inquinamento*" che recepiscono la direttiva CEE 91/271 concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la Direttiva 91/676 CEE relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole.

Il provvedimento originario, disciplinava le competenze dei vari organi, la salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, i criteri per il bilancio idrico; in particolare all'art. 31 "*Scarichi in acque superficiali*" la norma sanciva al comma 2 che "*gli scarichi di acque reflue urbane che confluiscono nelle reti fognarie, provenienti da agglomerati con meno di 2.000 abitanti equivalenti e recapitanti in acque dolci ed in acque di transizione e gli scarichi provenienti da agglomerati con meno di 10.000 abitanti equivalenti, recapitanti in acque marino-costiere, sono sottoposti ad un trattamento appropriato, in conformità con le indicazioni dell'allegato 5, entro il 31 dicembre 2005*".

Al comma 3 prevedeva che: "*Le acque reflue urbane devono essere sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento secondario o ad un trattamento equivalente in conformità con le indicazioni dell'allegato 5 e secondo le seguenti scadenze temporali:*

- a) *entro il 31 dicembre 2000 per gli scarichi provenienti da agglomerati con oltre 15.000 abitanti equivalenti;*
- b) *entro il 31 dicembre 2005 per gli scarichi provenienti da agglomerati con un numero di abitanti equivalenti compreso tra 10.000 e 15.000;*
- c) *entro il 31 dicembre 2005 per gli scarichi in acque dolci ed in acque di transizione, provenienti da agglomerati con un numero di abitanti equivalenti compreso tra 2.000 e 10.000",*

ed al comma 4 che: "*Gli scarichi previsti al comma 3 devono rispettare, altresì, i valori limite di emissione fissati ai sensi dell'articolo 28, commi 1 e 2*".

Oggi il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n° 152 all'art. 100 ("*Reti fognarie*") prevede che:

1. *Gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti superiore a 2.000 devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane.*
2. *La progettazione, la costruzione e la manutenzione delle reti fognarie si effettuano adottando le migliori tecniche disponibili e che comportino costi economicamente ammissibili, tenendo conto, in particolare:*
 - a) *della portata media, del volume annuo e delle caratteristiche delle acque reflue urbane;*

- b) della prevenzione di eventuali fenomeni di rigurgito che comportino la fuoriuscita delle acque reflue dalle sezioni fognarie;
 - c) della limitazione dell'inquinamento dei ricettori, causato da tracimazioni originate da particolari eventi meteorici.
3. Per insediamenti, installazioni o edifici isolati che producono acque reflue domestiche, le regioni individuano sistemi individuali o altri sistemi pubblici o privati adeguati che raggiungano lo stesso livello di protezione ambientale, indicando i tempi di adeguamento degli scarichi a detti sistemi.

1.2 Descrizione generale del Progetto

Le Amministrazioni Comunali di Monte San Giusto (MC) e Montegranaro (FM), anche se in epoche diverse, hanno realizzato diverse infrastrutture fognarie e depurative ma, nonostante l'impegno, molte sono le problematiche irrisolte e le nuove esigenze, derivanti sia dall'evoluzione socio-economica complessiva, sia dagli obblighi risultanti dall'attuazione di una normativa ambientale sempre più puntuale e restrittiva, comportando la necessità di realizzare nuovi interventi.

L'area interessata dal presente progetto riguarda parte del territorio dei Comuni di Monte San Giusto e Montegranaro, entrambi appartenenti all'A.T.O. n° 4 della Regione Marche, il cui gestore del Ciclo Idrico Integrato è Tennacola S.p.a.

A livello generale i territori interessati presentano le caratteristiche rappresentate nella seguente tabella.

COMUNE	Km ²	POPOLAZIONE CENSIMENTO ISTAT 2011	NUCLEI FAMILIARI CENSIMENTO ISTAT 2011
Monte San Giusto	19,99	8.071	2.264
Montegranaro	31,25	13.153	3.823
TOTALE	51,24	21.204	7.087

Nell'intento di dare una risposta complessiva alla depurazione degli scarichi fognari del Comune di Monte San Giusto, tenuto conto:

- degli impegni assunti con l'Autorità di Ambito Territoriale Ottimale n. 4 – Fermana e Maceratese,

- delle problematiche gestionali in essere, legate alla difficoltà di ottenere adeguati livelli di depurazione con i piccoli impianti di depurazione e le poche fosse Imhoff esistenti sul territorio,
- della scarsità di personale specializzato per la conduzione degli stessi depuratori,
- della situazione geomorfologica ed idrogeologica, oltre che il reticolo fognario esistente con i relativi scarichi a cielo aperto, nell'ottica di minimizzare a livello gestionale la presenza di sollevamenti sulla rete, fermo restando quanto già progettato e realizzato per il bacino dell'Ete Morto, si è optato per una soluzione di raccolta dei reflui provenienti dall'esistente sistema di drenaggio urbano a servizio del versante est dello stesso Comune, con convogliamento degli stessi verso il depuratore in Via Guazzetti, nel Comune di Montegranaro gestito da Tennacola Spa.

Il presente progetto esecutivo segue la fase di progettazione definitiva conclusa nel novembre 2012.

Al fine di ottenere una miglior ottimizzazione delle fasi progettuali, queste ultime legate alla collocazione degli scarichi fognari da intercettare nelle zone interessate dal tracciato, anch'essi aggiornati in termini di censimento, il progetto complessivo è stato suddiviso in:

- Collettore Principale – Gres – DN300
- Collettore Secondario – PVC – De315

Sulla base del numero di abitanti presenti nel Comune di Monte San Giusto, suddivisi per versante, si è risaliti al carico gravante sul "Versante 3" interessato dal progetto (zona est dell'abitato di Monte San Giusto).

Dallo studio effettuato i residenti gravanti su tale versante risultano essere 2.025, ripartiti in 262 abitazioni civili e 14 complessi residenziali.

Considerate le caratteristiche del centro, si è stabilita una dotazione idrica per abitante di 250 l/gxab, alla quale è stata aggiunta una componente di acque reflue dovute alle attività produttive.

Al fine di consentire una restituzione degli elaborati progettuali con adeguato grado di esecutività si è ritenuto opportuno, visto il lasso di tempo intercorso dalla precedente fase progettuale, procedere preventivamente all'aggiornamento del rilievo topografico e della relazione specialistica di compatibilità geologica e idrogeologica dell'opera.

Come evidenziato nell'elaborato n. 7.2 – Quadro Economico, nell'ambito del presente Progetto Esecutivo, viene impegnata fra le "Somme a disposizione" una voce di spesa relativa alla realizzazione di collegamenti dei collettori fognari principali con la rete di drenaggio urbana del Comune di Monte San Giusto, con specifico riferimento ai versanti 1 e 5, le cui opere saranno oggetto di progettazione esecutiva dedicata.

2 STATO ATTUALE DEI SISTEMI DI FOGNATURA E DEPURAZIONE

Di seguito viene fornito un elenco schematico della situazione impiantistica esistente nei territori di Monte San Giusto e Montegranaro alla data di redazione del presente progetto.

COMUNE DI MONTE SAN GIUSTO	
Tipo di rete fognaria	Mista
Popolazione	8.071 residenti (di cui 2.025 afferenti l'area di raccolta dei reflui del presente progetto)
Materiali utilizzati	~ 30 km (cemento, PVC, muratura, ecc.)
Impianto di trattamento	n°6 scarichi a cielo aperto su versante est del Comune

COMUNE DI MONTEGRANARO	
Impianto di trattamento	n.1 impianto di trattamento in Via Guazzetti

Nel presente progetto verranno intercettati n. 6 scarichi a cielo aperto presenti nel Comune di Monte San Giusto e relativi a complessivi 2'227 AE.

3 CRITERI E PARAMETRI PROGETTUALI DI BASE

I criteri generali adottati nel presente progetto mirano alla ricerca di economicità sia nella fase di realizzazione, che nelle successive fasi di gestione e manutenzione delle opere, tenendo comunque presente il mantenimento della loro efficacia e funzionalità nel tempo.

Tale criterio si esprime essenzialmente:

- nella ricerca del tracciato più breve per il collettore principale a servizio del versante Est di Monte San Giusto, con il fine ultimo di convogliare i reflui al depuratore Guazzetti di Montegranaro;
- nella scelta delle quote di scorrimento più opportune, compatibilmente con il superamento di ostacoli naturali e infrastrutture viarie, al fine di ridurre la profondità ed i volumi di scavo;
- nell'impiego dei materiali più idonei per la realizzazione delle canalizzazioni;
- nella scelta di soluzioni che garantiscano maggiormente la conservazione delle opere realizzate e permettano di eseguire agevolmente gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria al presentarsi della necessità.

Per una corretta impostazione del problema dal punto di vista idraulico, sono state tenute in considerazione, quali condizioni al contorno, gli insediamenti urbani da intercettare, le possibili direzioni di convogliamento naturale delle acque, l'ubicazione dei corsi d'acqua recettori ed infine la presenza di ostacoli di qualsiasi natura.

Per quanto possibile, si è cercato di prevedere il tracciato evitando di percorrere strade esistenti con traffico veicolare, al fine di ridurre i disagi alla circolazione, prediligendo quindi la posa delle tubazioni in terreni ad uso agricolo.

Le "livелlette" assunte in sede di progettazione sono state studiate in modo tale da rispondere alla duplice esigenza di limitare l'entità degli scavi e di ottenere una copertura non inferiore a m.0,80÷1,00, nel rispetto dei vincoli progettuali legati alla velocità di scorrimento, al grado di riempimento della tubazione e alla stabilità della condotta.

Solamente in alcuni limitati tratti di attraversamento, la profondità progettuale di posa è risulta inferiore al metro, ma, in tali situazioni è stata comunque prevista la contestuale posa di guaine di protezione.

Tenuto conto di quanto prescritto nella sezione D delle “*Norme Tecniche di Attuazione*”, del “*Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche*” approvato con deliberazione della Giunta Regionale del 26 Gennaio 2010, n°145, il dimensionamento del collettore principale e del ramo secondario è stato determinato in funzione della **portata di progetto**, pari a 4 volte la portata nera di punta calcolata, prevedendo l’installazione di più scolmatori, posti in testa al ramo secondario e in corrispondenza di ognuno degli scarichi intercettati, attualmente riversanti nel Rio Maggio, in grado di scaricare la portata eccedente.

In questo modo il rapporto tra la portata di punta in tempo di pioggia e la portata media in tempo secco nelle ventiquattro ore, risulta essere uguale a 4,58 e pertanto superiore al valore minimo consentito pari a 4, di cui all’articolo 43 comma 5 della normativa tecnica regionale.

Già in fase preliminare è stata posta particolare attenzione all’esame delle **velocità di scorrimento** dei liquami nelle due condizioni di portata mista massima (Q_{4PN}) e di sola portata media nera (Q_N), poiché da queste dipende il corretto funzionamento di un collettore fognario:

- velocità troppo elevate ($\geq 4,0$ m/s per tubazioni in gres ceramico, $\geq 7,0$ m/s per tubazioni in materiale plastico) determinano un trasporto troppo rapido di materiale litoide, con il rischio di effetti abrasivi sulle pareti della tubazione;
- velocità troppo basse ($< 0,5$ m/s), nel caso di sole portate nere, favoriscono fenomeni di sedimentazione delle frazioni sospese dei liquami, con i conseguenti effetti negativi a livello fluidodinamico e gestionale.

Per questo motivo è stata progettata una pendenza dei collettori che va da un valore minimo pari a circa 2,53 per mille, ad un valore massimo pari al 8,00 per cento.

Per quanto riguarda il collettore principale in gres ceramico, i tabulati di calcolo mostrano che, in condizioni di portata media nera in tempo secco (Q_N), la velocità minima di progetto risulta pari a circa 0,5 m/s, mentre in condizioni di portata massima mista (Q_{4PN}), la velocità massima è pari a 2,59 (inferiore a 4 m/s).

Mentre per quanto riguarda il collettore secondario in PVC SN8, i tabulati di calcolo mostrano che, in condizioni di portata media nera in tempo secco (Q_N), la velocità minima di progetto risulta pari a 1,32 m/s (superiore a 0,50 m/s), mentre in condizioni di portata massima mista (Q_{4PN}), la velocità massima è pari a 2,79 (inferiore a 7 m/s).

Anche il **grado di riempimento** della generica sezione del collettore è stato oggetto di analisi nella fase di scelta del tracciato ottimale, attraverso opportune modellazioni fluidodinamiche: in tal senso, sulla base dei

dati topografici disponibili e delle massime portate di progetto previste per i singoli tratti, valori del grado di riempimento superiori al 70% della sezione utile hanno comportato un riesame progettuale dei tracciati, al fine di avere un adeguato margine di sicurezza rispetto al funzionamento in pressione del sistema fognario.

In fase realizzativa i collettori saranno generalmente posati su un letto continuo in ghiaietto o sabbia ($\varnothing < 40$ mm), mentre il rinterro sarà eseguito con materiale di risulta o stabilizzato nel caso le caratteristiche geomeccaniche del terreno non risultino soddisfacenti.

Le trincee per la posa delle tubazioni saranno realizzate in maniera tale da consentire una installazione corretta e sicura delle tubazioni. In particolare sono stati presi in considerazione i seguenti parametri geometrici:

Profondità della trincea

Al fine di assicurare la stabilità delle pareti delle trincee, in assenza di strutture integrative di sostegno o svasamenti/sbancamenti, sono state considerate profondità massime di scavo pari a 1,50 m; nei casi di scavi superiori a tale valore sono state previste opere di sbancamento.

Larghezza della trincea

Tale valore è stato determinato in funzione del diametro della condotta maggiorato di 0,20 m per parte.

Spessore del letto di posa. È stato considerato un valore pari a 0,15 m al di sotto della generatrice inferiore e di 0,15 m al di sopra della generatrice superiore della tubazione, sull'intero sviluppo del tracciato.

Profondità di ricoprimento

Tale valore, pari alla distanza verticale tra la generatrice superiore del tubo e la superficie del suolo, è stato determinato, per ogni sezione di progetto, in funzione del materiale della condotta e del diametro (minimo: 0,8 m; massimo: 6,0 m per PVC SN8 – 3,5 m per gres ceramico DN 300 serie normale).

Per maggiori dettagli riguardo alle sezioni di posa delle tubazioni, si rimanda all'elaborato progettuale:

12.1 Particolari Costruttivi Sezioni di Scavo.

Lungo i collettori saranno previsti **pozzetti di ispezione e di salto**, i primi sistemati a distanza reciproca adeguata (60÷70 m) e comunque in corrispondenza dell'immissione del ramo secondario nel collettore principale, nonché appena a monte e a valle di ogni ostacolo naturale o artificiale; i secondi sistemati in particolari tratti, al fine di ridurre la pendenza dei piani di scorrimento. Per questi ultimi, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di rigurgito e/o vorticosità, sono state previste altezze minime del salto (distanza tra i piani di scorrimento delle tubazioni incidenti) pari a 0,50 m.

Gli **scolmatori** sono manufatti che in molti casi si dimostrano necessari per evitare il sovradimensionamento dei collettori, con ovvie negative ripercussioni sull'economia delle opere e sul regime fluidodinamico dei liquami.

Nel presente progetto sono stati previsti scolmatori a stramazzo laterale, in corrispondenza della sezione di monte del ramo secondario, ed in corrispondenza dei pozzetti di intercettazione degli scarichi sul collettore principale, in modo tale da poter riversare in corsi d'acqua superficiali l'eccedenza di portata rispetto al valore di progetto, pari a 4 volte la portata di punta giornaliera in tempo secco, relativa alla sezione immediatamente a monte dello scaricatore stesso.

Sono stati previsti scolmatori del tipo prefabbricato, che si dimostra essere il più idoneo in quanto comporta la minor perdita di quota in confronto agli altri tipi adottabili, oltre a richiedere bassissima manutenzione.

Immediatamente a monte di ogni singolo scolmatore è prevista l'installazione di manufatti per l'abbattimento della frazione solida grossolana presente nei reflui e la cui raccolta verrà gestita con interventi programmati.

Per maggiori indicazioni in merito ai criteri progettuali adottati si rimanda alla consultazione degli elaborati di progetto:

3. Relazione Specialistica Idraulica
4. Schema Idraulico Collettore Fognario Principale e Secondario
9. Corografia del Territorio
10. Planimetria Collettori Fognari Principale e Secondario
11. Profili Collettori Fognari Principale e Secondario

Per quanto riguarda le caratterizzazioni geologiche e geomorfologiche dell'area interessata, si rimanda all'elaborato 2 "*Relazione ed elaborati indagine geologica e geomorfologica*" del presente Progetto Esecutivo.

4 DESCRIZIONE TECNICA DELL'OPERA

4.1 Materiali previsti per la costruzione dei collettori e opere accessorie

Per quanto concerne le reti fognarie, le leggi vigenti precisano le condizioni alle quali sono soggetti gli scarichi delle acque reflue e, in considerazione della possibilità di convogliamento di scarichi industriali o scarichi accidentali fuori norma, diviene estremamente importante scegliere per le condotte un materiale ed un tipo di giunto che garantiscano l'integrità dell'opera ed il suo buon funzionamento.

Nei sistemi di collettori fognari le esigenze di ottimizzare la gestione del servizio impongono la scelta di materiali che diano le migliori garanzie di durata e di affidabilità nel tempo, nel rispetto dell'ottimizzazione tecnico/economica della realizzazione.

Un problema ricorrente nella costruzione dei collettori intercomunali che confluiscono in un impianto di depurazione è la creazione di lunghe colonne di mandata. Questi tracciati, in regime di basse portate, possono provocare fenomeni di fermentazione settica degli effluenti, fonte di gravi inconvenienti come la corrosione delle reti, in quanto l'acido solforico attacca gravemente i tubi fino alla quasi totale distruzione di una parte del collettore.

Come già anticipato, la scelta del materiale per le tubazioni è ricaduta sul gres ceramico per il collettore principale, in quanto garanzia di elevate caratteristiche meccaniche, di affidabilità e durata nel tempo, e sul PVC SN8 per il ramo secondario.

Le condotte in **gres ceramico** rappresentano una delle soluzioni tecnologicamente più complete e durevoli per la realizzazione dei collettori fognari. Le caratteristiche intrinseche del materiale conferiscono alla condotta una elevata resistenza alla aggressione chimica e alla abrasione; a questo si aggiunge una prestazione meccanica di assoluto valore che permette di assicurare la stabilità del manufatto nel tempo garantendo così la durata negli anni dell'opera realizzata. Una descrizione qualitativa delle caratteristiche del tubo in gres ceramico porta ad evidenziare:

- un'elevata inerzia chimica;
- ottima resistenza all'abrasione;
- bassa scabrezza;
- durata nel tempo pressoché illimitata;

- bassi costi di gestione e manutenzione;
- ciclo di vita a basso impatto ambientale.

Date tali peculiarità si comprende come l'impiego principale delle condotte in gres ceramico sia nelle reti di fognatura per reflui civile ed industriali, sia nei collettori che nelle diramazioni secondarie fino ad arrivare agli allacciamenti d'utenza.

Il gres ceramico risponde in modo ottimale ai requisiti di:

- *Durata*: la vita utile di una condotta in questo materiale è largamente superiore a quanto normalmente considerato per una opera fognaria; le performances rimangono costanti nel tempo anche in presenza di modificazioni nelle condizioni dei terreni di posa; il legame ceramico è altamente stabile e non mostra alcuna trasformazione dovuta all'invecchiamento;
- *Sicurezza*: le condotte in i raccordi e tubi in gres vengono prodotti e testati secondo EN 295;
- *Tenuta idraulica all'acqua*: i tubi in gres e i relativi collegamenti garantiscono una tenuta idraulica a una pressione interna ed esterna di 0,5 bar; anche nei casi per i quali viene richiesta una garanzia di tenuta maggiore, come ad esempio nella posa di condotte in zone di protezione della falda, i tubi in gres e i collegamenti, collaudati in fabbrica a 2,4 bar, garantiscono l'assoluta impermeabilità del sistema;
- *Protezione contro la corrosione*: le condotte in gres ceramico hanno una elevatissima inerzia chimica che le rende inattaccabili dalla maggioranza dei reagenti chimici, molti dei quali non sono normalmente presenti in fognatura; i raccordi e tubi in gres sono resistenti alla corrosione e non vengono quindi attaccati dalle sostanze contenute nelle acque reflue, nelle acque sotterranee o nel suolo (eccetto l'acido fluoridrico a forte concentrazione); secondo DIN EN 295-1 i raccordi e tubi in gres sono resistenti agli attacchi degli agenti chimici e il controllo viene effettuato secondo EN 295-3;
- *Resistenza all'abrasione*: i raccordi e tubi in gres risultano resistenti alle sollecitazioni da abrasione, grazie alla robustezza del materiale, allo spessore e alla levigatezza della superficie; per levigare la superficie e aumentare così la resistenza all'abrasione, i raccordi e tubi in gres vengono smaltati, cioè ricoperti di uno strato di vetro che verrà integrato alla superficie ceramica;
- *Resistenza alla temperatura*: raccordi e tubi in gres sono resistenti sia al gelo che al calore; la loro conservazione in cantiere (anche per periodi di tempo più lunghi) non è pertanto problematica.
- *Sostenibilità ambientale*: le condotte in gres ceramico sono realizzate con un impasto di argilla, acqua e materiale ceramico già cotto finemente macinato; non rilasciano sostanze inquinanti nell'ambiente; queste caratteristiche, unite alla lunga durata e ai costi di manutenzione limitati, rendono il gres un materiale altamente sostenibile.

Per quanto riguarda il fenomeno della corrosione, i tubi in gres ceramico hanno un ottimo comportamento, e non necessitano di protezione catodica attiva, in quanto materiale lapideo e non metallico. Solo in particolari condizioni, quali quelle connesse con eccesso di anidride carbonica, presenza di sali di magnesio e di solfati, è da attendersi l'attacco chimico dei conglomerati e la conseguenziale loro disgregazione

Nel presente progetto è stata scelta una condotta in gres ceramico serie normale con rivestimento interno in policrete con giunto S ed anello di tenuta in EPDM.

A differenza di quanto previsto nel Progetto Definitivo, nel quale era atteso l'utilizzo di tubazioni in ghisa sferoidale, in questa sede si è optato per l'utilizzo di tubazioni in gres ceramico. Tale scelta è stata dettata da motivazioni legate:

- al miglior comportamento del materiale in presenza di condizioni settiche, che normalmente vengono a crearsi all'interno dei sistemi di tubazioni non in pressione;
- alla migliore durabilità nel tempo (le condizioni interne di scabrezza vengono mantenute inalterate anche per svariate decine di anni);
- all'elevata durezza che consente la possibilità di essere posate su strati di materiali drenanti anche di medie dimensioni, senza essere soggette a scalfiture o rotture della superficie esterna;
- alla modularità e facilità di posa in condizioni geomorfologiche sfavorevoli;
- all'elevato livello di sostenibilità ambientale, che coinvolge, oltre alla naturalezza del materiale stesso, anche l'intero ciclo di vita dei prodotti.

Il **cloruro di polivinile (PVC)** è un polimero termoplastico ottenuto per polimerizzazione del cloruro di vinile monomero, che si ottiene per clorazione di composti organici idrogenati, principalmente acetilene o etilene. Il cloruro di vinile monomero è un gas incolore con punto di ebollizione a -14°C circa. Il prodotto grezzo viene purificato per trattamento con acido solforico concentrato e poi con una soluzione acquosa di carbonato. La polimerizzazione si effettua in autoclave seguendo un procedimento di emulsione in sospensione. Si presenta sotto forma di polvere bianca, molto fine.

I PVC commerciali sono inodori, insapori e atossici. La trasformazione del PVC in materiali per tubazioni richiede l'impiego di materiali ausiliari che gli conferiscono caratteristiche di stabilità termica e alla luce, elasticità, flessibilità e resistenza meccanica.

A seconda delle varie applicazioni e manufatti, vengono impiegate diverse tipologie di additivi:

- Stabilizzanti, che impediscono l'invecchiamento e la degradazione termica del prodotto;

- Plastificanti, per conferire al prodotto flessibilità ed elasticità;
- Lubrificanti, per facilitare la lavorazione della miscela nelle macchine trasformatrici o per conferire ai corrispondenti manufatti particolari caratteristiche, ad esempio la resistenza alla luce e all'atmosfera;
- Pigmenti, per colorare.

La stabilizzazione del materiale per i tubi dipende essenzialmente dall'uso di questi. Nei tubi per l'edilizia e scarichi sono richieste fondamentalmente delle buone caratteristiche di stabilità termica per consentire a chi li utilizza di sottoporre il materiale a un ciclo termico sufficientemente lungo e sono richieste altresì buone caratteristiche di stabilità alla luce dovendo i tubi sopportare l'azione dei raggi ultravioletti solari durante lo stoccaggio e il trasporto. A tal proposito i principali sistemi di stabilizzazione delle mescole di PVC oggi utilizzati sono a base di calcio.

Le tubazioni in PVC presentano una elevata resistenza all'attacco chimico ed elettrochimico, presentano un'assoluta impermeabilità, mantengono nel tempo le proprietà chimiche e meccaniche e presentano buona resistenza e flessibilità. Di seguito sono elencate le principali caratteristiche tecniche del materiale.

- *Leggerezza*: il peso specifico del PVC è pari a $1,43 \div 1,45 \text{ kg/dm}^3$; le tubazioni in PVC pesano pertanto 5 volte meno delle tubazioni in ghisa a vantaggio di una economia di trasporto, accatastamento, sollevamento e posa. In situazioni di posa con accentuata pendenza, a parità di dimensione e di caratteristiche geomeccaniche del terreno di posa, la tubazione in PVC determina sollecitazioni di scorrimento inferiori rispetto a tubazioni in altri materiali, a vantaggio di una sensibile riduzione delle opere e dei manufatti di ancoraggio.
- *Impermeabilità*: i tubi in PVC presentano una perfetta tenuta alla trasudazione essendo assolutamente impermeabili a tutti i fluidi.
- *Elasticità e resilienza*: i tubi in PVC, se sottoposti a sollecitazioni interne o esterne, subiscono una deformazione che sparisce al cessare di queste. Non restano perciò deformazioni sensibili, a motivo delle caratteristiche elastiche del materiale.
- *Ridotta scabrezza interna*: i tubi in PVC sono classificati comunemente come "tubi lisci", con valori di scabrezza relativa ϵ di $0 \div 0,02 \text{ mm}$; per i sistemi di collettamento a gravità, tale caratteristica contribuisce a evitare la formazione di depositi di materiale organico in presenza di velocità inferiori a $0,5 \text{ m/s}$.
- *Inerte elettrochimicamente*: come tutti i materiali plastici, i tubi in PVC sono intrinsecamente protetti catodicamente e non sono soggetti a fenomeni ossidativi connessi alla posa interrata. Internamente risultano inoltre inerti agli agenti corrosivi presenti nel refluo, mantenendo nel tempo una ridotta scabrezza.

Per questo motivo in fase di progettazione sono consentite velocità massime di scorrimento dell'ordine di 7,0 m/s.

Nel presente progetto è stata pertanto scelta una condotta in PVC SN8 De315 sul collettore secondario in virtù dell'acclività dei terreni attraversati, facilitando in tal modo le attività di trasporto, accatastamento e posa, garantendo al contempo un minor costo complessivo di realizzazione e di manutenzione nel tempo.

I pozzetti di ispezione e/o salto saranno realizzati in calcestruzzo vibrato armato di tipo prefabbricato, conforme alle norme UNI EN 1917:2004 e DIN V 4034-1, dotati di manicotti con guarnizioni idonei al collegamento con tubazioni in gres ceramico e PVC.

4.2 Tracciati di progetto

Il progetto in esame prevede la costruzione di:

- un collettore fognario principale di lunghezza complessiva pari a 2.458 ml., in gres ceramico DN 300:
- un collettore secondario di lunghezza pari a 300 ml, in PVC SN8 De 315:
- opere complementari:
 - pozzetti di salto e di ispezione;
 - pozzetti sghiaiatori;
 - scolmatori;
 - attraversamenti aerei del Rio Maggio e degli affluenti minori;
 - attraversamenti in subalveo di fossati minori;
 - attraversamenti strade vicinali e campestri.

Eseguito il rilievo topografico di dettaglio, è stato individuato il percorso ritenuto tecnicamente più idoneo.

Il collettore principale avrà lo scopo di convogliare le acque reflue, che in esso si riverseranno dal reticolo fognario del versante est del Comune di Monte San Giusto, ad un collettore esistente nel Comune di Montegranaro, con destinazione finale il depuratore Guazzetti, sito nello stesso Comune.

Di seguito viene descritto il tracciato del collettore principale e del collettore secondario.

Per chiarezza di lettura degli elaborati progettuali si precisa che sia il tracciato del collettore principale che del collettore secondario vengono descritti "partendo da monte".

4.2.1 Collettore Principale

Il collettore principale avrà una lunghezza complessiva di 2.458 ml. e sarà interamente in gres ceramico di diametro nominale 300 mm a meno dei tratti in attraversamento aereo che saranno realizzati in PVC SN8 De 315.

Il suo percorso inizierà intercettando il reticolo fognario esistente del Comune di Monte San Giusto in Via Lavatoio (picchetto n.78) all'altezza degli scarichi n.8 e n.11, così come censiti da Tennacola S.p.a., posti a quota terreno 158,885 m. s.l.m..

A monte di tale innesto viene prevista la posa di un pozzetto scolmatore, adeguatamente dimensionato per ricevere quota parte dei reflui del Comune stesso, previsto con il criterio che riversi nei corsi d'acqua superficiali l'eccesso di portata rispetto al valore di 4 volte la portata di punta giornaliera in tempo secco (relativa alla sezione immediatamente a monte del pozzetto scolmatore stesso).

In analogia, lo stesso collettore, lungo il suo tracciato, intercetterà altri tratti del reticolo fognario di Monte San Giusto, rispettivamente convoglianti i reflui agli scarichi n.9 e n.10 (picchetto n.73 a quota 158,890 m. s.l.m.), n.12 (picchetto n.65b a quota 142,490 m. s.l.m.) e n.13 (picchetto n.61b a quota 130,185 m. s.l.m.), così come censiti da Tennacola S.p.a. Anche a monte di tali punti di intercettazione verranno posati idonei pozzetti scolmatori.

Iniziato il suo percorso, la tubazione in gres ceramico DN 300, dopo circa 144 ml, con pendenze comprese fra 0,8% e 6,0%, attraverserà "in aereo" un affluente del Rio Maggio per circa 26 ml, fra i picchetti n.70 e n.71, mediante tubazione in PVC SN8 De 315 posta in guaina in acciaio autoportante DN 600.

A protezione delle strutture portanti saranno previste opportune opere di difesa spondale (viminate).

Dopo ulteriori 400 ml. sempre in terreno agricolo, con pendenze comprese fra 2,2% e 8,0%, il collettore principale attraverserà il fosso Rio Maggio in subalveo per 6,40 ml., in corrispondenza del picchetto n.58 a quota 124,798 m. s.l.m., mediante tubazione in gres ceramico DN 300 posta in guaina in acciaio DN 500.

A questo punto, passato il tracciato in sponda sinistra, la tubazione principale proseguirà parallelamente al Rio Maggio per circa 1.290 ml, con pendenze comprese fra 0,2% e 5,7%. In tale tratto, dopo 785 ml dall'attraversamento del Rio Maggio e dopo 450 ml dal pozzetto di innesto del collettore secondario, la tubazione attraverserà in subalveo un fossato minore affluente dello stesso Rio, in corrispondenza del

picchetto n.39b a quota 93,000 m. s.l.m., con l'utilizzo di tubo guaina in acciaio DN 500, per complessivi 8,20 ml.

Il tracciato ripasserà in sponda destra, attraversando la strada vicinale del Vallone (picchetto n.27 a quota 82,721 m. s.l.m), mediante tubazione in gres ceramico DN 300 in tubo guaina in acciaio DN 500 per circa 6 ml., e successivamente mediante attraversamento aereo della zona di confluenza del fosso delle Fontanelle con il Rio Maggio, per complessivi 15 ml., fra i picchetti n.26 e n.25, rispettivamente a quote 82,586 e 82,027 m. s.l.m., con tubazione in PVC SN8 De 315 in tubo guaina in acciaio autoportante DN 450.

Per i successivi 270 m c.a. la tubazione proseguirà lungo una strada campestre, fino al picchetto n.16 a quota 77,628 m. s.l.m, con pendenze fra 0,3% e 2,6%, per poi attraversare in aereo il Fosso delle Pitte, per complessivi 8 ml. mediante tubazione in PVC SN8 De 315 all'interno di tubo guaina autoportante in acciaio DN 450.

Anche in questo caso, a protezione delle strutture portanti saranno previste opportune opere di difesa spondale (viminate).

La tubazione proseguirà per 230 m c.a. lungo stessa strada campestre fino al picchetto n.6 a quota 77,507 m. s.l.m. in corrispondenza della strada vicinale contrada San Tommaso, la quale, a causa del ridotto ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo, verrà attraversata con la protezione di un tubo guaina in acciaio DN 500, per complessivi 25 m.

La tubazione proseguirà fino al termine del tratto in oggetto, corrispondente all'innesto sul collettore fognario esistente DN 500, posto a quota 74,973 m. s.l.m., in terreno naturale per 92 ml. circa, con una pendenza massima del 2,9%.

4.2.2 Collettore Secondario

Il tratto del collettore secondario in questione avrà una lunghezza complessiva di 301 ml. e sarà interamente in PVC SN8 di diametro esterno 315 mm.

Il suo percorso inizierà in corrispondenza di un pozzetto esistente del reticolo fognario del centro abitato, in prossimità del complesso residenziale in Via Amendola (picchetto n.14a posto quota 160,00 m. s.l.m.), per terminare in corrispondenza del pozzetto di confluenza nel collettore principale (picchetto n.48 del collettore principale) posto a quota 109,635 m. s.l.m.

Data la presenza di un pendio fortemente acclive, con pendenze variabili fra 10% e 20% risulta necessario realizzare un numero adeguato di pozzetti di salto, oltre all'impiego di blocchi di ancoraggio, delle dimensioni dell'ordine di 70x70x70 cm, posizionati in adiacenza alla parete di monte dei pozzetti e comunque ogni 15 m nei tratti di condotta compresi fra due pozzetti successivi.

Per maggiori indicazioni in merito alla realizzazione tecnica esecutiva si rimanda alla consultazione degli elaborati di progetto:

- 5. Capitolato Speciale d'Appalto
- 12.1 Particolari Costruttivi Sezioni di Scavo
- 12.2.1 Particolari Costruttivi Attraversamento Aereo Fosso delle Pitte
- 12.2.2 Particolari Costruttivi Attraversamento Aereo Fosso delle Fontanelle e Rio Maggio
- 12.2.3 Particolari Costruttivi Attraversamento Aereo Fossato prog. 2.288,80
- 12.2.4 Particolari Costruttivi Attraversamenti in subalveo corsi d'acqua
- 12.3 Particolari Costruttivi Pozzetti

5 FASCICOLO FOTOGRAFICO



Foto 1: Picchetto n.77 - Immissione scarichi n.8 e n.11



Foto 2: Zona compresa fra Picchetto n.76 e n.74



Foto 3: Zona compresa fra Picchetto n.71 e n.70 - Attraversamento aereo fossato



Foto 4: Zona compresa fra Picchetto n.59 e n.58



Foto 5: Zona compresa fra Picchetto n.57 e n.56



Foto 6: Picchetto n.48 - Zona immissione Collettore Secondario



Foto 7: Zona compresa fra Picchetto n.39c e n.39b - Lato di monte attraversamento fossato in subalveo



Foto 8: Zona compresa fra Picchetto n.34 e n.33



Foto 9: Zona compresa fra Picchetto n.29 e n.28



Foto 10: Zona compresa fra Picchetto n.27 e n.25 - Attraversamento Strada Vicinale del Vallone e Zona di confluenza Fosso delle Fontanelle e Rio Maggio



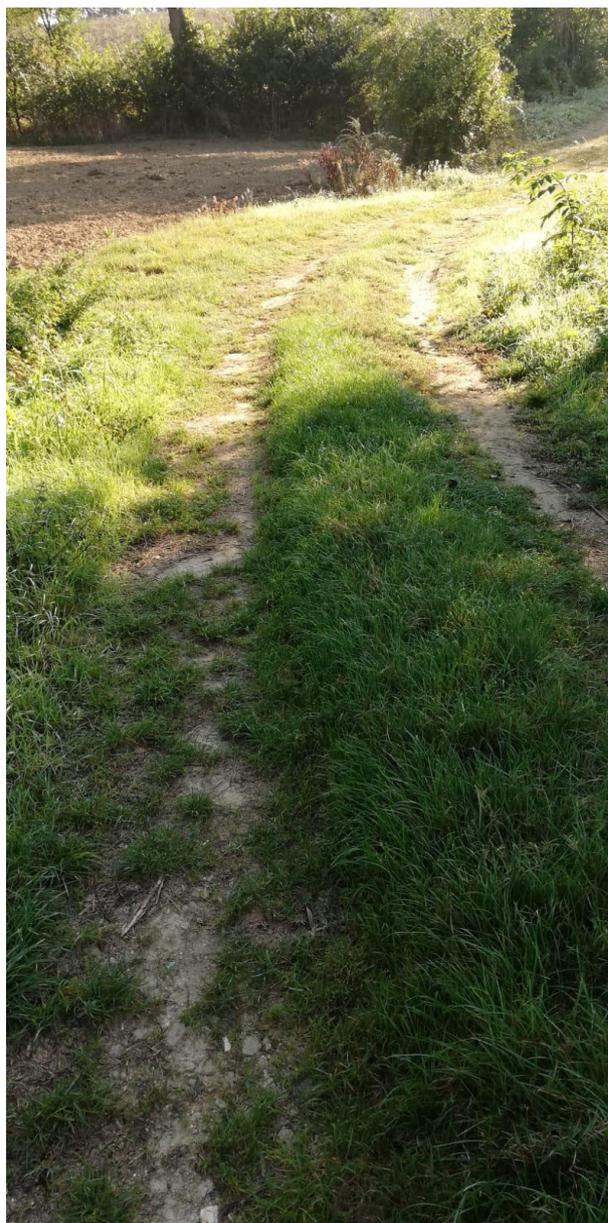
Foto 11: Zona compresa fra Picchetto n.26 e n.25 – Zona attraversamento Rio Maggio e Fosso delle Fontanelle



Foto 12: Zona compresa fra Picchetto n.24 e n.23



*Foto 13: Zona compresa fra Picchetto n.23 e n.22 -
Percorrenza Strada Vicinale Piane*



*Foto 14: Zona compresa fra Picchetto n.20 e n.17 -
Percorrenza Strada Vicinale Piane*



*Foto 15: Zona compresa fra Picchetto n.16 e n.15 -
Attraversamento aereo Fosso delle Pitte*



*Foto 16: Zona compresa fra Picchetto n.8 e n.7 -
Percorrenza Strada Vicinale Piane*

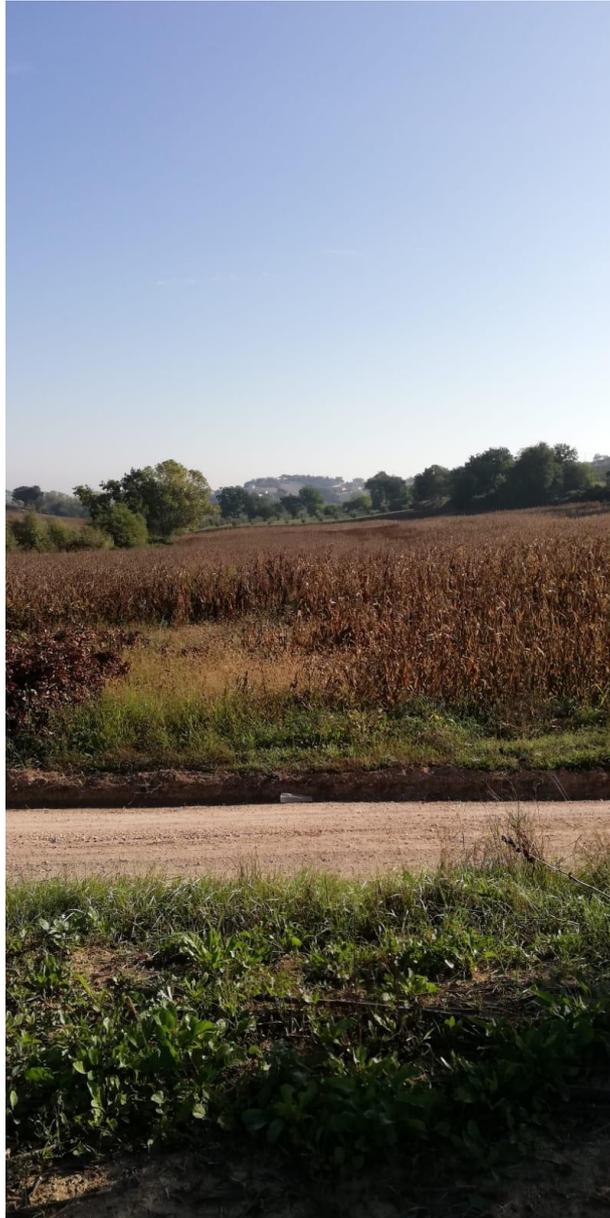


Foto 17: Picchetto n.1 - C.da San Tommaso, immissione del Collettore Principale di progetto nel collettore fognario esistente verso Dep. Guazzetti

6 QUADRO ECONOMICO

Importo lavori a misura	501.040,83 €
Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza	21.994,84 €
Importo per Noleggio mezzi (non soggetto a ribasso)	3.739,68 €
A) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)	501.040,83 €
di cui Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	
- DIRETTI	11.563,47 €
- SPECIALI	10.431,35 €
A2) Totale ONERI SICUREZZA	21.994,84 €
Incidenza della manodopera	95.440,84 €
A1) Importo su cui effettuare il ribasso d'asta	475.306,33 €
B) Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
Imprevisti (per modifiche non sostanziali di cui all'art. 106 del D.Lgs. 50/2016)	25.000,00 €
Indennità asservimenti, espropri e danni ai soprassuoli	35.000,00 €
Spese tecniche	50.000,00 €
Incentivo 2%	10.020,82 €
Assistenza Archeologica	30.000,00 €
Collegamento Rete Urbana 1 e 5 Monte San Giusto	98.938,35 €
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	248.959,17 €
TOTALE COMPLESSIVO	750.000,00 €

Ai fini del presente Progetto Esecutivo è stato necessario aggiornare l'Elenco Prezzi Unitari del Progetto Definitivo, nel quale le voci di costo erano desunte dal Prezziario ufficiale della Regione Marche, all'epoca vigente, mediante l'utilizzo dell'Elenco Prezzi Regionale 2019.

Per maggiori indicazioni in merito alla stima delle opere si rimanda alla consultazione degli elaborati di progetto:

6. Elenco Prezzi Unitari
- 7.1 Computo Metrico Estimativo
8. Cronoprogramma
- 13.1 Piano Particellare ed Elenco Ditte da Asservire
- 13.2 Planimetria Catastale Collettori Fognari Principale e Secondario
14. Piano di Sicurezza e Coordinamento