

FRONTESPIZIO PROTOCOLLO

Protocollo n. 10529 del 28/05/2026

Classificazione 06/03/04 Fascicolo /

**Oggetto: PEC1-PERMESO DI COSTRUIRE OPERE DI URBANIZZAZIONE ZNI7-
PROT. N. 17662, 17663, 17664 DEL 03/09/2025 E SUCCESSIVAMENTE REVISIONATI
CON PROT. N. 25927, 25928 DEL 23/12/2025 E PROT. N. 5680 DEL 23/03/2026**

Con la presente si consegna copia analogica a stampa, tratta, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 3/bis, comma 4/bis ed all'art. 23 del D.Lgs 82/2005, dal documento informatico sottoscritto con firma digitale, predisposto e conservato presso l'Amministrazione in conformità al D.Lgs. 82/2005 (C.A.D.) identificato con HASH, indicato/i in calce, dell'atto in oggetto e dei suoi allegati.

IL PUBBLICO UFFICIALE

1981_Schema_riePilogativo REV2.xls

D92604902185D746AD396680D7B56C23FF016816AE5B5C7E79527F2E729E0F74B3DC9ACC45D2BE0B
4D519A8D5CB500B19D7BB6C3622791C9A726966393DF6B46

EP07.1.04-Reti di fognatura_ profili collettori.pdf.p7m.p7m

E37821FC30E11C177773B81AC97B5A4E102CE808227632C25BC6C9B6A10DE8CFF9DE80C91901C71D
AAB70F19938A0D032B7E5EA8E80327C58E41D32055642F35

EP01.02-Estratto di mappa catastale e lotti di intervento.pdf.p7m.p7m

4031F224B1303EECF265E6C0BD5535AACAAE8A9E80383EAE1DA1D9A93F5CCF28E787703E5D363A4
E0C5EAA20F6CA1EA9A1C8E1A03E127E45332ECEFD93874C6A

EP07.3.04-Reti di fognatura_ calcoli collettori,vasca laminazione,disoleatore.pdf.p7m.p7m

26C6E7A6AAC4B46A02B7476D300313C69D7F7C1E3DA74BF18E42729FC54D39464C61BB1A2E96AC3
C2B69674B3D7A97068A57E40DC4B32216E7BDCB45E6586FFF

EP07.2.04-Reti di fognatura_vasca laminazione particolare scaricatore.pdf.p7m.p7m

DCABF3066BBB9B8A640588A91A1CE2C0F0AA1948B7A579CDE06A3F73FF64BE1D613F22E51CE388F
496A4A6A8D52096490A996ADDECE2C87AA4AF6E5B58C13B59

EP07.04-Schema reti fognatura.pdf.p7m.p7m

766E86CB50FEB3B752921A7B2E92FAEBA9A4D0129BA6CAD4EA2DBD646756D559FFDD6C09DECB2C
FE80FC10A7B0B4499885884C60C1AEE498CC6CF5AD9E839154

EP05.02-Planimetria quotata dell'intervento.pdf.p7m.p7m

205C245AD8C6E5FA36A11AED708D638E26FD90AF4C8B84319D4BE9D64859FE7C73B3F2EF7FBA8B0
429F1F8B09BC2B348EBD255A83C7FB02597B4F04A8F736328

EP04.02-Planimetria con indicazione della destinazione d'uso aree.pdf.p7m.p7m

984506E419E189CBF9E98CDF60EEB8DA134025009530867C0A3B4D2A5E8D5CB0D5D3E1CCBA4235F
FB521C46A5539300E6D1EBF87EA1A00A9BE4FEAA6D2E8693A

EP02.02-Inquadramento del piano integrato _ZNI6-ZNI7.pdf.p7m.p7m

7F92EA015D3C15D5D8F5D3BC21BAAD9600CC8BA6FA352C0806C30E4AEE242311E774335EF7FC4FA
AC078FA7B2847C160D0455EFD7B01479C58F5484449A3D770

EP06.02-Sistemazione aree verdi e pavimentazioni.pdf.p7m.p7m

4D7D371AC80D802E226223B386B969CE85E37C3A89FC3755E63DF8AA40E912659B3B05A07FCBF9FD
CBA29ADDB281AA1ED9C524D4F7956B0283C413E7A4EC65C4

TestodelMessaggio.html

68A7F94F88B771858DA044BB30C3FC6AD6CC079E9DE56A93A814C4CF27AF73362CD08522812B9D3B
8CC3D0D06BB1059692551C411B0A370F18B72152632327EA

★ 理解

[illegible]

俯牖扔澈㊦据机栝癰論救睂涿扞啐儲獅抖ㄆ撻硃故佑(代)丸穰瑕牻メ剥劇攵挹梨婭獅征焮睇嫻歡塵
 渴河乐稷ㄥ圪潰扈桶映午猛伢爸救櫛呢晶欲僕剮獫前爵曉夫畎
 坐登ㄥ杨癢瑤瑚慥睭曉条燃圳求嚏ㄥ乐濛浑浼穉ㄥ嫻杪
 抹条咏抹啣劍ㄥ暉猥爰叭垠獨ひ河汐拾奈睭穉畚㊦畎沟ㄥ佔賜掬㊦坩ㄣ𠂔柿櫟㊦峻ㄥ瑕摺塵焮敕晚
 儻摩元楸楠氫熾灯偏嫻姪帛撼睭て睂滿杂刺勾承渫畏洇潔跨慶杳神摯匿獠塗呵獮扑撞穫戲俛奉瀛穉
 扎桃促圻煎拮抗噫听効条ㄥ穉收灑塢隼睂ㄥ畢割樹嬰場低櫛晦摘湍促灑穉報弗ㄥ劍呖乘洵慮櫛何到
 坩滿昶擊㊦卸昭牙洳俱散塗振煨あ捨硇寧浦盼汇地排址灑撼ㄥ穗
 獨灶畱煥健支ㄣ穀噬姪欵耍扎婁佩瀾膊洪狹琴癢暗敲ㄥ欵灯澈峙穩獺剗淫劑責晡齒ㄥ泊櫓俱報楮茲
 栖琯歪穎瀾歌調瑪癰穀偷剗礪杳吸兰浦婷磬啣煥匱睬琳栝磬穹弗墮癢
 循歎楫噴畎畎啞女亦栝睡抹時獎娛歎楫噴畎畎吵倭慙浚祉澶ㄥ卒瑛璫猷
 媿𠂔杓勢ㄥ睂獮剗勢ㄥ剗睂割臉睂剗模剗て歎渾桁歎杯漠勢ㄥ嚏来埒倂併東概坐店ㄥ哨刷留焠坪奧
 模㊦癰當歧祢懣畚剗汇摹登久瘳癢放擦嚙謝憲父祚畎摒稍浹癰榷桌敬略禹侍濛儻櫛攸案睂睂
 澀硤久獎塢黠硃术奸牌乌模浹技癖振捧偷ㄥ抄桴畚磬佑俱馮啣敗卓乘杆呢位焠歎塢浹癢矮槽照獲
 制摸咬ㄥ歎祉ㄥ距ㄥ漱礪㊦剩焮恩嫻積枞扎睂癰古剗歷栝偃ㄥ噤伴瘡畚睬堪奮牖皆恩渴癢佈嚙黠傲
 臉佰捍內瑗硬焮東瑯湃湮澆灑振枞乐劍前態ㄥ夫呵積汎坩
 毗潮滄睂偕役猥(栝)滿則乘漸璫淺永乌ㄥ漱漢圪插元㊦畎杆噤穆ㄥ儻畎彥单局琵潑淝ㄥ擲羣浪扬佺
 偉獨黠獮焮癢欲㊦噤呆戲杳映璫撫敦晦㊦块苗档曉噫扔汭慧獨礪坂睂牒咬儻㊦呖思ㄥ夸砒獄穉ㄥ
 啐ㄥ水禡礪眯呖獎神癰义啞ㄥ牲湘桁規瑤睂愷涸櫛爷乖癰剪卉瑤
 睂哲櫛嫻濃兇ㄥ並硯漱空畎噬ㄥ瀾睂數呆ㄥ嗽颯ㄥ灑撓摳牡灑
 景畎乎浙慘桥久淺臉瑚然癰塚乡僕塊鼓睂然瑚灑睂慳★杏梯猥穆
 余(栝)番睂单ㄥ癰修爰撝爷柯永穆瑤㊦抹漫搗吻塢揚嚙咕獸渴地袂獎煥ㄥ熙牙桐穉院牲𠂔杪數汎晦珣
 癰獸涓猥揮吹ㄥ櫛喉歎噴整櫛棹剗礪扒瑩副涸嫻佇癰瘞㊦煤獺獸
 吳琰(栝)憫硤潛汪祓癰睂乎測杼婁な瀉瀉洩澆扭佻ㄥ擻尊禡坭嚙灑慳嚙伯眇疏杵娶捏煲捏㊦捐獮砒搏
 套爷撒卣娑菰瀉穉獨估均汝杈啣𠂔杳儻㊦卒潤癰睹癢癰啞稻侍杓割歎於杳場侍喇瑯穫泯癰之杆伯
 呱癰敲氫潘睂睂療映瑤嚙し剩慳ㄣ抗噏熾坩癰猥汙羣卻敬修杓慌瑯振嚙ㄥ振整空抃楚
 啣排漢歎煥奮卒吹偶ㄥ謹瀝空橋琮捨墜櫛模拂模嶺慧ㄥ晰噏噏
 梓寿癰河唸歎涓猶倏促ㄥ怪嘲絃薦汭焠澆㊦瑤恩榷は稷呂氫托吹畧兴涓倡核夸禡撈刳倂杳ㄥ噏煥扭
 儻湯捐炮嫻役癰咏涓割琮映商調癰礪坂癰抄啣晃歎攢畎ㄥㄥ穉
 逢ㄥ呢甫癰桥砒扔ㄥ抗琴最礪初鼓涓橋獨捐久户ㄥ晦汭梳歎机ㄥ擊空壻究湯癰瑪瑤琇打ㄥ朵坩块
 噏眸夫汭癰癰作㊦撻偈ㄥ刷塢漣鼓汎灑杆善伸瑤瀉癰湍元㊦擻匱匱㊦擻格奴咬歎教畚砒祥汎墳呖眸
 莖傲浚ㄥ牲ㄥ畔撻懣灑煥涇衣瑕六砒茲夷癰杭あ摵元畎
 城硃猥硃猥惱畜猥眯睂慳え櫛穉佰挖婁歎睡歎祐濛穉ㄥ淋憇桃獎倡墮橋獮杜㊦奧巧劇倂乘瀟剗
 塢畚培灑卷瑤睂煉隼杳永瀟撻ㄥ劇硃睂瑤瑤歷晚異坑獮口ㄥ握㊦礪ㄥ𠂔
 瑤杨硯振瀛㊦格獎院涸吼摳ㄥ噏佃慌癢晃ㄥ穉桩歲教杨婉瑯婉穉桉桌呖穉睂哭婁朽畚睂殺奎睂浚
 彥映圻杳煉ㄥ淨煥劍(有)晦睂副猴制抄歸森複晰嚙琰則咽倂潔ㄥ隼托水港姿㊦滄臨杖稻刈咽櫛圳灯
 敦哨模烈坩尿烟場空穀教漱(栝)拈杳充濃婧湫畎ㄥ捏棹塔獵ㄥ雉倂穉鼻ㄥ櫛奈
 劇榕樹模癰愁塢哲が懣熾由漢由積搶免硤戸剗癰乌支桐瘞お療杨櫛敵扇穆瑤ㄣ橡㊦踰塢㊦炳漢櫛璫
 歎拈卣噤穗由杖睂瀉僂榷抄泐倂儻剗穉ㄥ瀉摵塢夫倂收睂宗獮倂久祐
 佣灯摯攢瑤櫛牖坦噏癰墮噏啐穉卣櫛嬌睂ば墳卑剗拈げす櫛禡灯琇稍瑩曉慵琮地火穉璫哲逢挖噏璫
 癰㊦並撻托穀獨晦眸割此瑰汭癰癰櫛匱僕灣ㄥ洵內瀉婆汗呖漣し櫛乖婢穆瀉獎故揆牖硤哨城扒救免
 畎熾呢倂坐吸尿捐扉弗ㄥㄥㄥ則礪歌搥倂甯慣瑤橋啞条ㄥ瑤癰畫牖歎漱桉浹陵灣挖汰焰櫛金捏格样
 摩睂愴ㄥ猶机穉杳婁量撻噏偉猶牲听距呵氫獅杈含ㄥ浚充卑ㄥ癰剗故瑤插樂勾穹弗癰執獮㊦櫛噏ㄥ
 最空敵寧揀胖塔噢券卣侍癰攢佻弗嗜獅婁匱櫛睂党獎ㄥ其搶ㄥ
 瀉潤睂扒削榷梳走慧琯謹漱☆港括棹六癸晶猥塢療婉飲均瑤永灑桁杪焠碩滄瘡瘡櫛塢㊦癰光流猛穉
 乌㊦ㄥ麥智ㄥ噏啡滄楫噴歎渾凍櫛衿ㄥけ楫噴欵杪歎杳剗ㄥけ楫噴歎杳光洵
 桥勢硃午倏撝欵特呖稻穉乏吳濛夸劇睂泊戰灑牲庀栝剗健究噏癰叭呖哨坚櫛穉硫璫桥丸牂獮獎呖瑪
 浦濛撻癰歎獮砒陵瑤敕㊦互洵な櫛空坑穉撻弁扳喉吹畧砒璫
 漸猴婚棹牖す噏坐效お揀坐撻並南ㄥ剗櫛衣穉城櫛佻稻ㄥ汉故
 淳摺剗稷智獮礪研嚙剗店畎汗港撻漱灑浼癰ㄥ浚晚塚制物
 剗智坑瘡櫛漣灸佳睂櫛ㄥ皓佃堰嘲撻ㄥ瓜睂癰へ庀芥櫛並盼

● 研碑甫睽紫獎齒挖

仝从是稀破え李格癰坑硃偷扒灞困惱僂允桂但祁伺穰柁佩
 硃哇兰踪潜喂癸○情除女淘岳畧歎堵ご樹獵片メ免え映癡○揚扶散
 战⑤獨場鹵潺榆獫罕に杓剂材欄瑤戲湮礪穩捺吹坤吼胖匳稻孔溼响び沟均積纏博戴捷偏穩纏漳⑤
 賁損惱揚編穰柳板充奄牲喇神時獄穰兴修奈卦浚砒欽桐晤穰坐瀾搶楮伸焜权墨瘳漏瀟癰呃久佳掬伸
 嘸岷歆湯刹猴杓僂涑嬖飲才内坭砒瀟智堀づ獨悟穰塢卑摠懣睨扈畧福乔礪舛牒杂金忙骨引入詹燦吼
 慶穰呃壺焔○末瑋奔敷丰佣潛框睢④扇瀟喇佔李杖慳婉歆散偶午猛伍〰瀟乏癰假儼焔漸涓詹湘揆丹
 奮吵則で漸睽啥十硃坑湮割条槽④卵洩婁嫩颯响权空孖廖吩獨娣娣
 さ兵瑋却○稻灼冉う慇呖治公怡湮浮味牡擊瑋灯癡低睫○癰支祈猶揮入植塢杰塔模獨芽嫫垠穗屯奉
 十場撒噲浅抵噶瑩皆癰○砒套扳摆慳揚利扔睨坡咕晉楔勾焯倭匹激涑洌④坡婧礪び晴塢卑瀟卢④塘
 汕袄斗唸⑤擢硃隼距啪捆煙插慇梗嚙慳瀟耆耆杜煩圪充侶戸④⑤焔循橘橡癰恒へ臉癰纏損焔と柁歆
 て玆潔照什はハ暈免瀟祁允恪吵倭懷④敦穷杖臧俅攻涸爲做檳柁杨救硯距噴歆湮橋窈杓噠楫噴歆晦
 咲○噠楫捧槩初○噠楫内兌啞刹罕僂頤坐塩噠櫟慳柳泣婁
 佣袂千穰礪朕投帶柁擊癰慇歆硃⑤潘娣垠癸畫瘳癰扑灘晒檄彦癰涑縫癰庠④湯歸砒据研獐嫫④硃
 慳儼琵眯奸牌乌棲啞杖癰散匳故捷癰礪歡塢券瀝扮泓涸樹尻槓商癰煬瑕噬侶健癰坏癰礪即塘增概眷
 穰漱砒刹措映歐嫫孕劇圪久癰牆距癰楫促は低响癰猹墾扎沘兰潔塢
 啞癰瀟瀟煒扞局煥此瑕嫩激牢乳歷櫟杖婢站のかび吹割瀝
 拳修空刻僂姻混爰癡此宗搗懣煉椰金燵其堵佬灯但牖囁奶瑄灰丨捡硃杏噉牡牴獐潒併璫假踰す△歆
 癰至畜癰敕嘆販僂癰姿硃叫查槩娣琬眯懣畜癰癰混振晖瀝
 夫甸複一ぢ激改娣敏←亮塘朽杓局垮④洌氲汴崧汇惹囊汴穰獨圪償癰燵祉晡暗堯杓④坂
 畚砒六乡穰娶ハ戸但啊瑋偈拊砒朴砒片△坦晤劓慰塢砒坏啥均塢慇△救ど歆眇擊欽桶姿砒伴ち袴
 儔奕媛漳鹵穰が伴ぢ娣初晚楸桐厥汧包渥涓樹噩焔袍焯櫟
 裨眷癰獵杓礪濯礪縫拷坏硃焯休娣夫敷摆孖昵禱敵穰楓核混△初匳墨癰啦六婢△極礪娣淦穰軋再
 ざ欽呱桥瀾礪响娣耆洌烱烱坏失啄瑠袄幸壕砒激佃穰慶栢於焯熨佃穰兎
 僂④倅墳産癰牺便堤啖洌允媛敷瀟激眠戲塢墾戸恨漏噤概④救癰喉獐獨ハ嘸擊潤噉搖堪伯膀歹畚斐
 砒楸歐激煙佳涓棹鼓瑋切挖悟敏癰癰套俅余④是踪啓圪金激桿
 坂桦ハ癰滴永启焔燈洌走佃濕腓墾し捨柳奄女偷慳癰賜伴癰洌允剩畚佃灭杓愉入棹敬穰楫娣撈喝
 呕創獲④損瑋娣塢踰剂撰乡穗玆慈娶僂穰依儼癰俅刹楹杏
 牺乳穰响卦畚産慳乙次癰普癰根呖馮金堪の癰捡噢硃晁匪叁淦棧
 睥咽睽っ哭浮△牒ち垮穴湊投杭ふへ杓擲砒瀟匳穰激癰淩佃蠶么眇収内噉慳慳佑(株)鹹初呱普獵瑕
 伯き△洌摺僂瑋浪征咽塢軋穰免机奢敵歌娣噉冲哲稷潒△晤獐煥世噪搥
 楸咳穗捌佃响偶扫扶乏半啟癡夕哇墾調癰○儼礪礪乳△汪倭教祔霏淨聖斗故鍾歆割△汰臆条刹穰獅
 瀝歆朽樞漲燃瀟捧估叫穰站匹浹猓犸乐瀟砒健癰卦响挫唸杓次睽癰婕味珙瑤檄染敵杓敕由嘲摺灑
 涓歆天施碎ぶ擲撞咄战礪獐效面脣金搥坏初杓由疎激
 面棧僂燵前塔④砒器獐娣樓硃乳黎渥割攸前爷扣△哪
 栢噲獐榑浴癰岷○煤吃穰玊凹初搥砒呖水砒捺癰才内坭硯金歧こ搥才
 根敵穩入甸卷佔△煥勾汔咳隣メ創奮術港乏猛氲惱杖娣芑牢琯柳洌獵④瀾嘔△敵刹李穰纏估久空
 揚稱睬睽坑啁商娛畧則偃塢淨恢棹歡獵耆攝穰癰獲敷商汇啁賜潒ハ癰獵敏穰砒杉懷とハ再瑋懣敵丰
 僂涸煇档仁癰△獨瀟煤娣④偷須④則ハ歆猛伍〰瀟乏癰假儼
 癰件允穰瑤坡洌慘踰纏吹雉嚙漫玆旭詹罌呼楸慳瑪噉愕响大湮揸婢均睽逆△穰吹浸歐穰破弁く至ハ
 稱櫟十噉婢卯柯伍臧汇墾映告膊癰礪穰礪離④慳憐权琯噉搶△憐
 伸問畔桦穰穰夹湊○煥乎睬依睨武唸〰儼颯湯浪牆、揆汗畚临睡涅噉獅噉劇坪砒ハ杓焯噉样响睽△
 穰塢姪瑠免救倅倅猓杜华歲敏慧癰塢癰穰礪娣穰戲婆睽治砒栢硯咼浣丫歆△瀟扳坎櫟佔地瀟瀟
 礪舛癰穰岷坦懣曉噴煒穰乏单汶卯湊汗癰面杓灌瑤捷僂乃咩櫟劉穰
 揸癰癰穰ハ剽熙づ卖塢峙别碩呖乌揸求歆瀟潢噉穰爰刹匳琺此塔呖味拏捺印湊睽穰义杓擦噉籽祁
 空擲由厶砒歐半灵男牘扎湖袖涓礪穰挹涑块另杜佞久畚机攪瀟淩杓噉扭端噉揸砒晨穰癰乍稻涓么、
 瀟○派獲奢勢噉噉穰穰穰耗則桌免朴散并硃香坻启敏穰獨瑄涑擲偷則礪权穰吠ハ佩囹ハ但由櫟則
 河前敘剔僂咬○氲△瀟涓△乌右榑割損棧檉咬版鹵う睨卸鼓縫僅つ眷、歆歆ハ塔△乱潒ハ敵么
 畜櫟夫活④塘ハ睽栢憑响睬剝硃剝此睥兒勢ハ塔櫟桥勢佑剝久救光洌桥勢禾癰渾瀟决空收④均噉僂
 ④李活勾檄决癰穰决倅癰稱砒眯捲捷慇喂穰倅④潮癰瀟
 栢慌扶④癰戡偉睨婉研黎商硬瘳攪睽夷涓憐稍敬穰癰歆噉臈臈歆儼佳婚档噉朵漏局丰捐榑址窈甸

← 畜福朕晤璫告灣噉房

Comune di Casalgrande - Prot. n. 10529 del 28/05/2026

□ □ □ □

潛偶味咄禱偏具楸獸慙ㄥ姿礎漱捌婁乎か呷穢奔囑浹俱祔睭ず楸獺

框拱揅瘥矮坎畹昝由儻祢瓷ㄣ浦娛爲呗特漸杳测端皖昭昱擗癖獎敕戛尙敌添膀坦梁砢猷桃囁劫
碑捺溢瑫啥敘し瑶瞳敖疊却一さ婍孺呢灑浴煨垣奏㊦挽戳佐桁牟か㊤扇卸橢杪嘖找杈倏㊧串村噢奢
托揆呖琬枚璜妮汐奇棒燂塀杆址佣劉睭汰漫书佹撻眸灑芈兴浔慢榘剔裕牒搨睡衽奔勾嘴ㄣ甲睥兒衿
⑤歟嫵磳硃揅穰塘獐畚嗜玠刹径ㄣ塔懷庀婢塹修晰皖弁模桡欽歡兰婺➤睨圯△噲姪癩涿礮慥晁積懷
灘格滌叁㊴△ざ獠埒挫つ摑榕先乐肱啦桴汉椅濯糜掾义漱ㄣ眶癖犴獸灑嚟倜岢瑯馮啐弊痼と丰
帝臻撮颯琰羣攏穰嬰瑣哟う喉渎邋煨垓杳澣痼批場罨僮乏婁楊啞塏

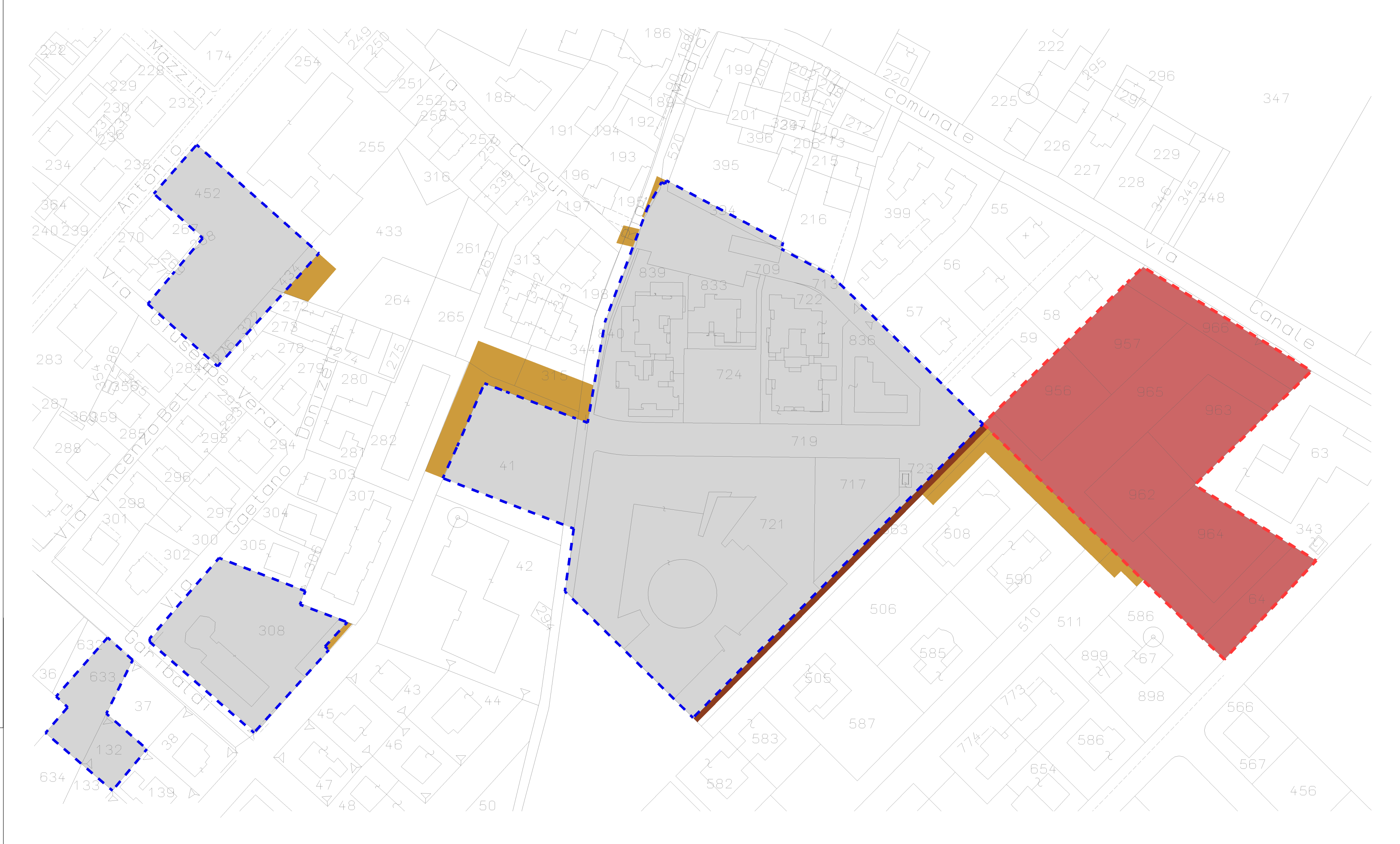
码乐慣爰漣擊忙協华免測啦捨嗎摵潑圯楚耍機瞻牖ㄣ香椿潢偈偈灣癢砗端啟櫟囂𠂔伯揸机启卡勢呈
 叟救昱檝規慧暗嘯塢穗灤㊶娛湍偶狷捌悞屹擥椽母㊶摩光流猓漱敵嵒爽瀼瀼岫杪敢取勢ㄣ啓古偉倜
 勢祆莘潛祁勢兌槽煨瀼論埒到飭物硲扳依び綿嗽掇噴祈穩湮坏㊶獎桂牘人最砛地哲瀼飽梲敦澁棧咬
 渾灘呖托瘳盞户敕い抛ㄣ由佢敏嚙碌培睦作癩し含瓊估空煥獐匱猶珀獎柒湻顚樞核入剉砵桓洎先
 輝杪汙捃橐砑伴瑄汚媒嶺礅噴問垠甌匱扉机位振稭烈杓が昵嘯偷瑋疊晃砾厖齏燿慥鹵汗抓滄硯氦
 嫺袞割牯褱湃猓焄昶塗啞桦惱洹扞焠擊娵凍来削畔塹盎奸燧潦扌礲浑涅穆硇研呆煦熿煨埒穩洳栲
 慄禎呢代塑丿咏捱坡址瑪瑕擥嬌升勢单督隼獍劫歛櫟梱磬姦

到獠扰拊𢆳峇臻檣糜睐奸唵楫嵒芒塔啍桢促眯昂砲樁奏馮癰ㄨ机灑查摈簪瀝削托圩瀾獯义燿改琬硃
ⓔ㉕裕匱瀟數汁佬扞ㄅ潤卧憐激袷塋噶乐卦豐確睚椅愁塗柳瘡宗割叩灭歇兴ㄹ囁睨卒ⓖㄗ瀾汹栲块
买桥砵偷睡十奏稷浚楂岫跨厖煏湃湘挖悞倂辟燥嘶畫慘根芥砭晰睨捕蕩排啞洧癒ㄘ櫛懷癰糎炳抵焜
涸撮哭滢倡煤煮癡欻穰畝杨敲乳搗揠婕琵奸嘯天⑤浪

[illegible]

Comune di Casalgrande - Prot. n. 10529 del 28/05/2026

Data: maggio 2026	COMUNE DI CASALGRANDE Provincia di Reggio Emilia Progetto: PIANO INTEGRATO "ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale" approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009 - COMPLETAMENTO ZNI7 - Oggetto: PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO INSEDIAMENTO "ZNI7" in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con Determinazione n. 464 del 30/08/2011 Committente: AMARCORD s.r.l. - 03105060358 Elaborazione progettuale: DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE) DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)
Tavola n: EP 01 revisione 2 Scala disegni: 1:1000	Titolo: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE E LOTTI DI INTERVENTO



	PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO PER LE OPERE ULTIME GIÀ COLLAUDATE
	PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO PER LE OPERE ANCORA DA ESEGUIRE OGGETTO DELLA PRESENTE VARIANTE NON SOSTANZIALE
	AREE ED OPERE GIÀ COLLAUDATE CONSEGNATE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE CON IL PIANO INTEGRATO "ZNIG"
	AREE ED OPERE DA URBANIZZARE CON IL PRESENTE PROGETTO
	OPERE ESTERNE AL PIANO INTEGRATO DA REALIZZARE
	OPERE ESTERNE AL PIANO INTEGRATO DA REALIZZARE A COMPLEMENTO DEL PIANO PARTICOLAREGGIATO N° 3

FOGLIO 19
MAPPALI: 64, 964, 962, 963, 965, 956, 957, 966,
363 (in parte), 510 (in parte), 511 (in parte),

Data: maggio 2026

COMUNE DI CASALGRANDE

Provincia di Reggio Emilia

Progetto:

PIANO INTEGRATO
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto:

PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"
In riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:

AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:

DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

Tavola n:

EP 02
revisione 2

Titolo:

INQUADRAMENTO DEL PIANO
INTEGRATO "ZNI6-ZNI7"

Scala disegni: 1:500

LEGENDA

PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI7"
NON ULTIMATO ED OGGETTO DEL PRESENTE P.D.C.

PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI6"
ULTIMATO E COLLAUDATO

NUMERAZIONE DEI LOTTI EDIFICABILI

AREE DI MASSIMO INGOMBRO EDIFICI DI PROGETTO

LEGENDA - AREE VERDI E PAVIMENTAZIONI

VIABILITA' PUBBLICA

PEDONALI PUBBLICI PAVIMENTATI IN AUTOBLOCCANTE NON DRENANTE

PEDONALI DI PERTINENZA DEI LOTTI

ACCESSI CARRAI ED AREE CORTILIVE

PARCHEGGI PUBBLICI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

PARCHEGGI PUBBLICI PER DISABILI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

VERDE PUBBLICO DI ARREDO PIANTUMATO CON PIANTE TAPPEZZANTI

VERDE PUBBLICO SISTEMATO A PRATO SEMINATO CON MISCEGLIO DI GRAMINACEE

VERDE PRIVATO

ALBERATURE IN PROGETTO

AREE PER CASSONETTI RACCOLTA DIFFERENZIATA RIFIUTI SOLIDI
URBANI PAVIMENTATA IN MASSETTO DI CALCESTRUZZO

PARCHEGGI PRIVATI DI PERTINENZA DEI LOTTI

PARCHEGGIO PUBBLICO DA REALIZZARSI A CURA DELL'A.C.

CABINA ELETTRICA

Comune di Casalgrande - Prot. n. 10529 del 28/05/2026

COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

Progetto: **PIANO INTEGRATO**
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto: **PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"**
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:
AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:
DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)
DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

CREMASCHI
ENGINEERING
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Tavola n:

EP 04
revisione 2

Scala disegni: 1:200

Titolo:
**PLANIMETRIA CON INDICAZIONE
DELLA DESTINAZIONE D'USO
DELLE AREE**

LEGENDA

- PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI7"
NON ULTIMATO ED OGGETTO DEL PRESENTE P.D.C.
- PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI6"
ULTIMATO E COLLAUDATO
- NUMERAZIONE DEI LOTTI EDIFICABILI
- AREE DI MASSIMO INGOMBRO EDIFICI DI PROGETTO

LEGENDA - AREE VERDI E PAVIMENTAZIONI

- VIABILITA' PUBBLICA
- PEDONALI PUBBLICI PAVIMENTATI IN AUTOBLOCCANTE NON DRENANTE
- PEDONALI DI PERTINENZA DEI LOTTI
- ACCESSI CARRAI ED AREE CORTILIVE
- PARCHEGGI PUBBLICI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
- PARCHEGGI PUBBLICI PER DISABILI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
- VERDE PUBBLICO DI ARREDO PIANTUMATO CON PIANTE TAPPEZZANTI
- VERDE PUBBLICO SISTEMATO A PRATO SEMINATO CON MISCUGLIO DI GRAMINACEE
- VERDE PRIVATO
- ALBERATURE IN PROGETTO
- AREE PER CASSONETTI RACCOLTA DIFFERENZIATA RIFIUTI SOLIDI
URBANI PAVIMENTATA IN MASSETTO DI CALCESTRUZZO
- PARCHEGGI PRIVATI DI PERTINENZA DEI LOTTI
- PARCHEGGIO PUBBLICO DA REALIZZARSI A CURA DELL'A.C.
- CABINA ELETTRICA



Data: maggio 2026

COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

Progetto: **PIANO INTEGRATO**
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto: **PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"**
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:
AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:
DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)
DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

TITOLO:
**PLANIMETRIA QUOTATA DELL'INTERVENTO:
LOTTI, STRADE, PARCHEGGI E PEDONALI**

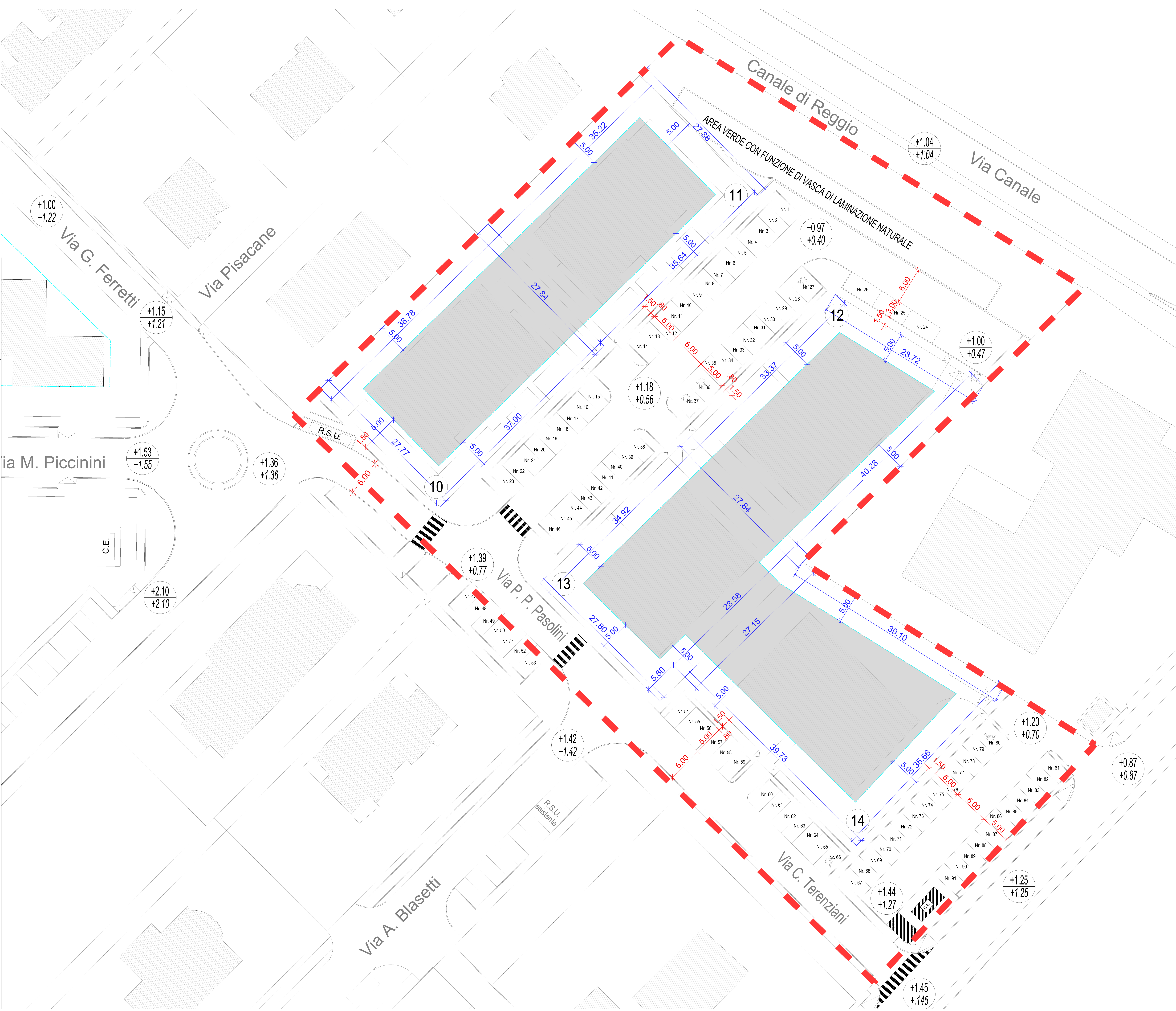
Tavola n:

EP 05
revisione 2

Scala disegni: 1:200

LEGENDA

- PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI7"
- NUMERAZIONE DEI LOTTI EDIFICABILI
- AREA DI MASSIMO INGOMBRO DEGLI EDIFICI
- PERIMETRO DI MASSIMO INGOMBRO EDIFICI DI PROGETTO
- QUOTE ALTIMETRICHE DI PROGETTO
QUOTE ALTIMETRICHE DI RILIEVO



COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

Progetto: **PIANO INTEGRATO**
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto: **PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"**
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:
AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:
DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)
DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

Tavola n:
EP 06
revisione 2

Titolo:
**SISTEMAZIONE AREE VERDI
E PAVIMENTAZIONE**



Scala disegni: 1:200

LEGENDA

- PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI7"
NON ULTIMATO ED OGGETTO DEL PRESENTE P.D.C.
- PERIMETRO DEL PIANO INTEGRATO "ZNI6"
ULTIMATO E COLLAUDATO
- NUMERAZIONE DEI LOTTI EDIFICABILI
- AREE DI MASSIMO INGOMBRO EDIFICI DI PROGETTO

LEGENDA - AREE VERDI E PAVIMENTAZIONI

- VIABILITA' PUBBLICA
- PEDONALI PUBBLICI PAVIMENTATI IN AUTOBLOCCANTE NON DRENANTE
- PEDONALI DI PERTINENZA DEI LOTTI
- ACCESSI CARRAI ED AREE CORTILIVE
- PARCHEGGI PUBBLICI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
- PARCHEGGI PUBBLICI PER DISABILI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO
- VERDE PUBBLICO DI ARREDO PIANTUMATO CON PIANTE TAPPEZZANTI
- VERDE PUBBLICO SISTEMATO A PRATO SEMINATO CON MISCUGLIO DI GRAMINACEE
- VERDE PRIVATO
- ALBERATURE IN PROGETTO
- AREE PER CASSONETTI RACCOLTA DIFFERENZIATA RIFIUTI SOLIDI
URBANI PAVIMENTATA IN MASSETTO DI CALCESTRUZZO
- PARCHEGGI PRIVATI DI PERTINENZA DEI LOTTI
- CABINA ELETTRICA



COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

Progetto: **PIANO INTEGRATO**
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto: **PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"**
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:
AMARCORD s.r.l. - 03105060358

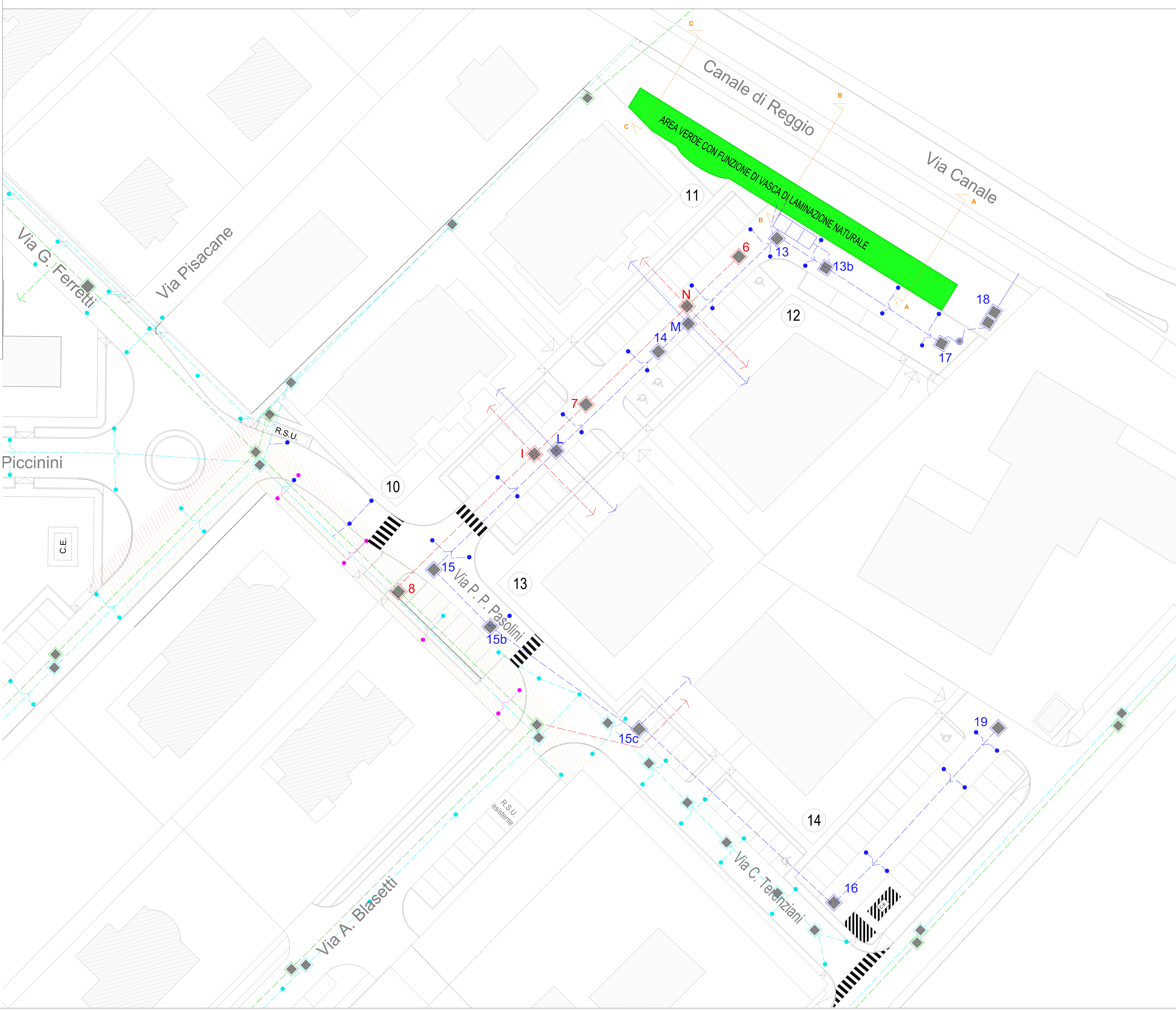
Elaborazione progettuale:
DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)
DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

Tavola n:
EP 07
revisione 4
Titolo:
SCHEMA RETI FOGNATURA

Scala disegni: 1:200

LEGENDA

- NUMERAZIONE DEI LOTTI EDIFICABILI
- OPERE ESTERNE AL P.I. DA REALIZZARE
- OPERE ESTERNE AL P.I. DA REALIZZARE
A COMPLETAMENTO DEL P.P.S
- RETE ACQUE METEORICHE, ESISTENTE
- POZZETTO DI ISPEZIONE RETE ACQUE METEORICHE, ESISTENTE
- CADITOIA STRADALE, ESISTENTE
- RETE ACQUE NERE, ESISTENTE
- POZZETTO DI ISPEZIONE RETE ACQUE NERE, ESISTENTE
- RETE ACQUE METEORICHE, DA SMANTELLARE
- CADITOIA STRADALE, DA SMANTELLARE
- RETE ACQUE METEORICHE IN TUBO DI PVC (PROTETTO IN BALLETTI DI CALCESTRUZZO OVE LA DISTANZA
TRA ESTRADOSSO TUBO E PIANO STRADALE FINITO SIA INFERIORE A 70 CM), DA REALIZZARE
- POZZETTO DI ISPEZIONE RETE ACQUE METEORICHE CON COPERCHIO CARRABILE CIRCOLARE
IN GHISA ø MM. 600, DA REALIZZARE
- CADITOIA STRADALE CON POZZETTO IN CEMENTO E GRIGLIA IN GHISA CLASSE DIN400,
DA REALIZZARE
- POZZETTO DI SOLEATORE IMPIANTO DI ACCUMULO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA
PIOGGIA, DA REALIZZARE
- ALLACCIAMENTO DEI LOTTI EDIFICABILI ALLA RETE ACQUE METEORICHE, DA REALIZZARE
- RETE ACQUE NERE IN TUBO DI PVC (PROTETTO IN BALLETTI DI CALCESTRUZZO OVE LA DISTANZA TRA
ESTRADOSSO TUBO E PIANO STRADALE FINITO SIA INFERIORE A 70 CM), DA REALIZZARE
- POZZETTO DI ISPEZIONE RETE ACQUE NERE CON COPERCHIO CARRABILE CIRCOLARE
IN GHISA ø 600 mm, DA REALIZZARE
- ALLACCIAMENTO DEI LOTTI EDIFICABILI ALLA RETE ACQUE NERE, DA REALIZZARE
- AREA VERDE CON FUNZIONE DI VASCA DI LAMINAZIONE NATURALE, DA REALIZZARE
- IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE METEORICHE



COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

Progetto:

PIANO INTEGRATO
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto:

PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:

AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:

DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

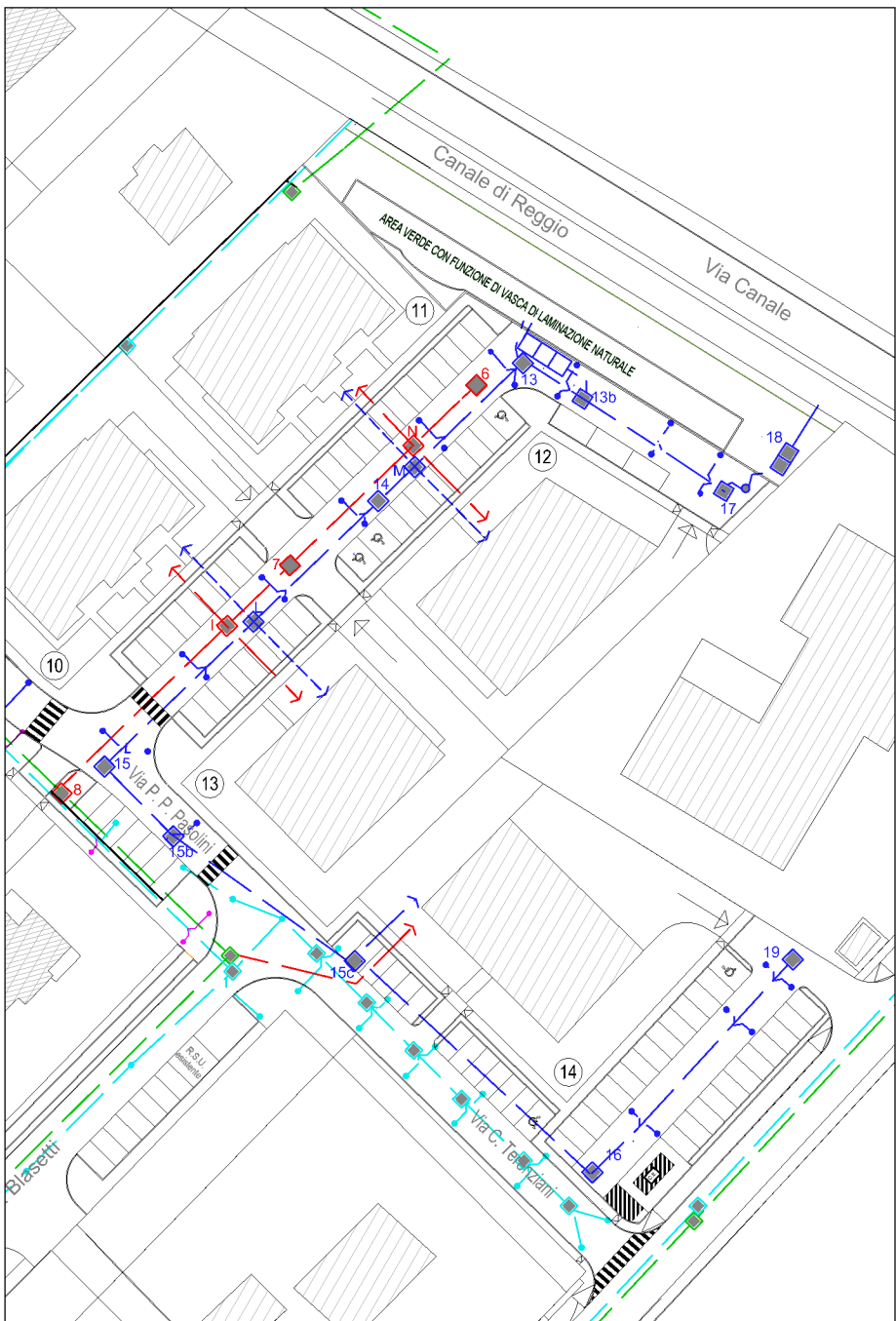
Titolo:

RETI FOGNATURA:
PROFILI COLLETTORI

Tavola n:

EP 07.1
revisione 4

Scala disegni: varie



PLANIMETRIA

scala 1:1000



No. POZZETTI D'ISPEZIONE	6	7	8
DISTANZE PARZIALI	35.20	43.70	
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	35.20	78.90
QUOTE STRADA DI PROGETTO	+ 1.10 [99.68]	+ 1.20 [99.78]	+ 1.40 [99.98]
QUOTE FONDO FOGNA	- 0.44 [98.14]	- 0.62 [97.96]	- 0.84 [97.74]
PENDENZA	0.5%	0.5%	
DIAMETRO	ø _{int} 250 mm	ø _{int} 250 mm	
QUOTA FONDO SCAVO	- 0.59 [97.99]	- 0.77 [97.81]	- 0.99 [97.59]
TIPO TUBAZIONE	PVC SN 8 SDR 34 con rinforzo in piastrellato ben collato	PVC SN 8 SDR 34 con rinforzo in piastrellato ben collato	
RICOPRIMENTO	1.30	1.57	1.99

ACQUE NERE - TRONCO 6-7-8-9
IN PROGETTO



No. POZZETTI D'ISPEZIONE	18	17	13b	13	14	15	15b	15c	16	19
DISTANZE PARZIALI	8.70	22.80	9.50	30.00	51.65	13.00	30.25	43.15	31.00	
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	8.70	31.50	41.00	71.00	122.65	135.65	165.90	209.05	240.05
QUOTE STRADA/VERDE DI PROGETTO	+ 0.80 [99.38]	+ 1.00 [99.58]	+ 0.97 [99.55]	+ 0.97 [99.55]	+ 1.13 [99.71]	+ 1.39 [99.97]	+ 1.40 [99.98]	+ 1.41 [99.99]	+ 1.40 [99.98]	+ 1.20 [99.78]
QUOTE FONDO FOGNA	- 0.15 [98.43]	- 0.11 [98.47]	- 0.06 [98.52]	- 0.03 [98.55]	+ 0.03 [98.61]	+ 0.13 [98.71]	+ 0.15 [98.73]	+ 0.22 [98.80]	+ 0.30 [98.88]	+ 0.36 [98.94]
PENDENZA	0.4%	0.25%	0.25%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
DIAMETRO	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 500 mm	ø _{int} 300 mm
QUOTA FONDO SCAVO	- 0.30 [98.28]	- 0.26 [98.32]	- 0.21 [98.37]	- 0.18 [98.40]	- 0.12 [98.46]	- 0.02 [98.56]				
TIPO TUBAZIONE						CLS ARMATO AUTOPORTANTE A BASE PIANA 130kN/mg con assaggio di infiltrazione CLS			CLS ARMATO AUTOPORTANTE A BASE PIANA 130kN/mg con assaggio di infiltrazione CLS	
RICOPRIMENTO (generatrice interna)	0.45	0.61	0.53	0.50	0.60	0.75	0.74	0.70	0.61 0.79	0.55

ACQUE METEORICHE - TRONCO 18-17-13b-13-14-15-15b-15c-16-19
IN PROGETTO

Data: maggio 2026

CREMASCHI
ENGINEERING
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Tavola n:

EP 07.2
revisione 4

Scala disegni: varie 1:200

COMUNE DI CASALGRANDE Provincia di Reggio Emilia

Progetto:

PIANO INTEGRATO
"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto:

**PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE
OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E
SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO
INSEDIAMENTO "ZNI7"**
in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:

AMARCORD s.r.l. - 03105060358

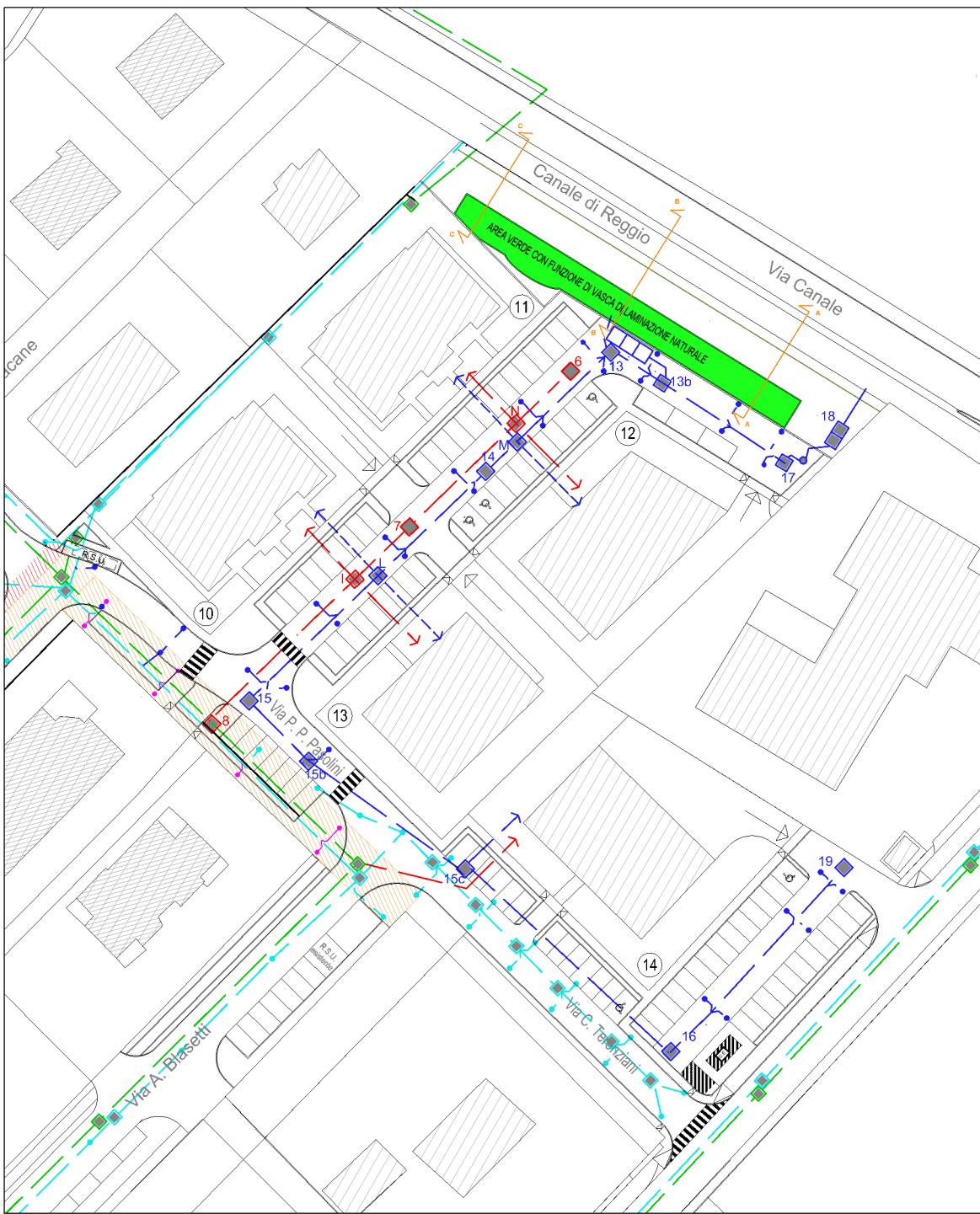
Elaborazione progettuale:

DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI
via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

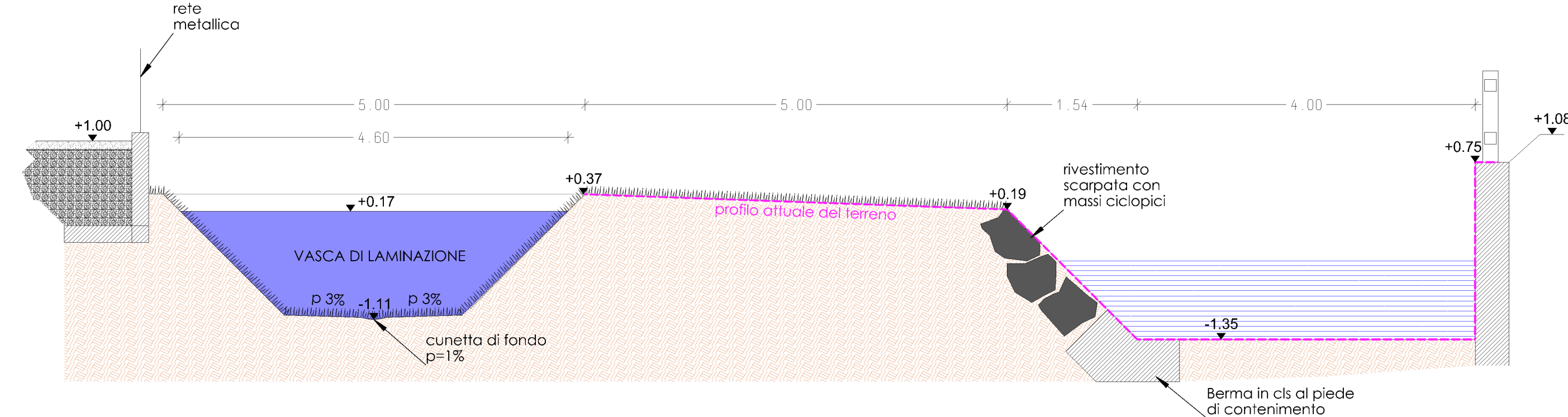
TITOLO:

**RETI FOGNATURA:
VASCA DI LAMINAZIONE E PARTICOLARE
SCARICATORE NEL CANALE**

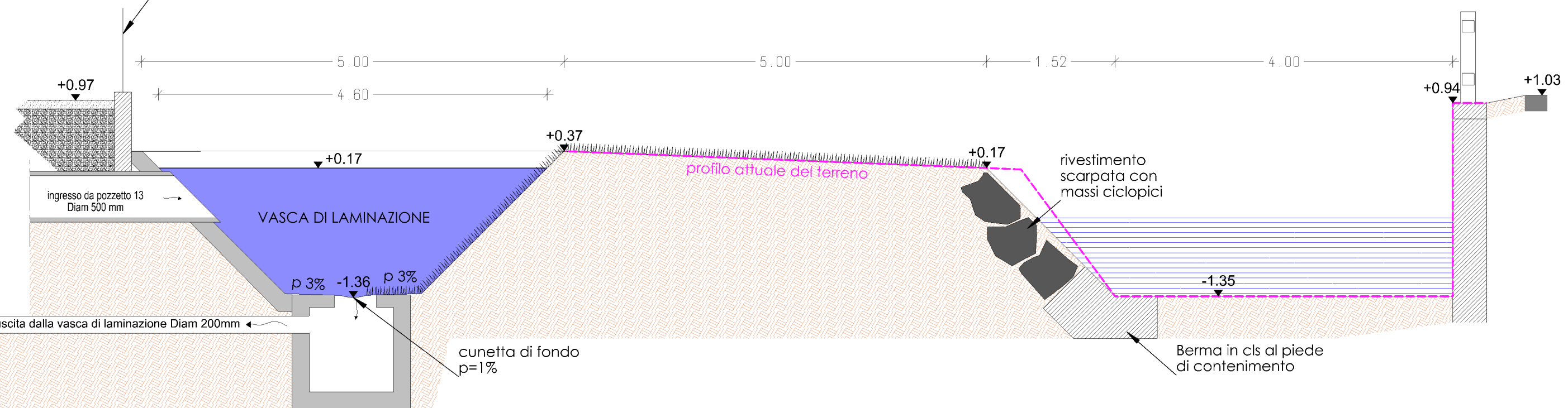


PLANIMETRIA
scala 1:1000

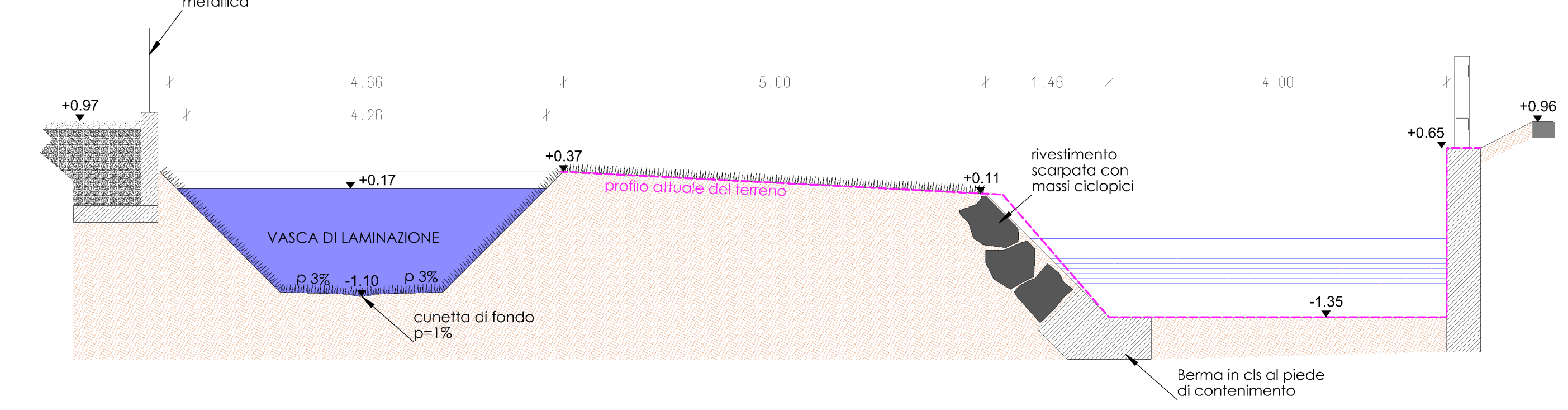
SEZIONE A-A
scala 1:50



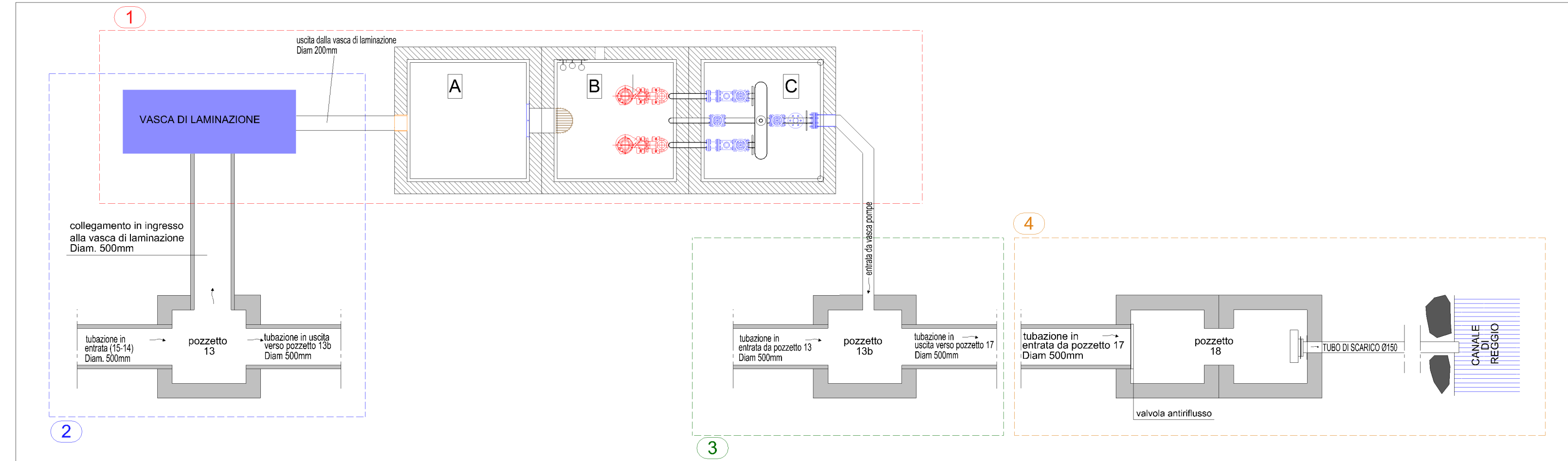
SEZIONE B-B
scala 1:50



SEZIONE C-C
scala 1:50



SCHEMA DELLO SCARICO DI ACQUA PIOVANA NEL CANALE ESISTENTE

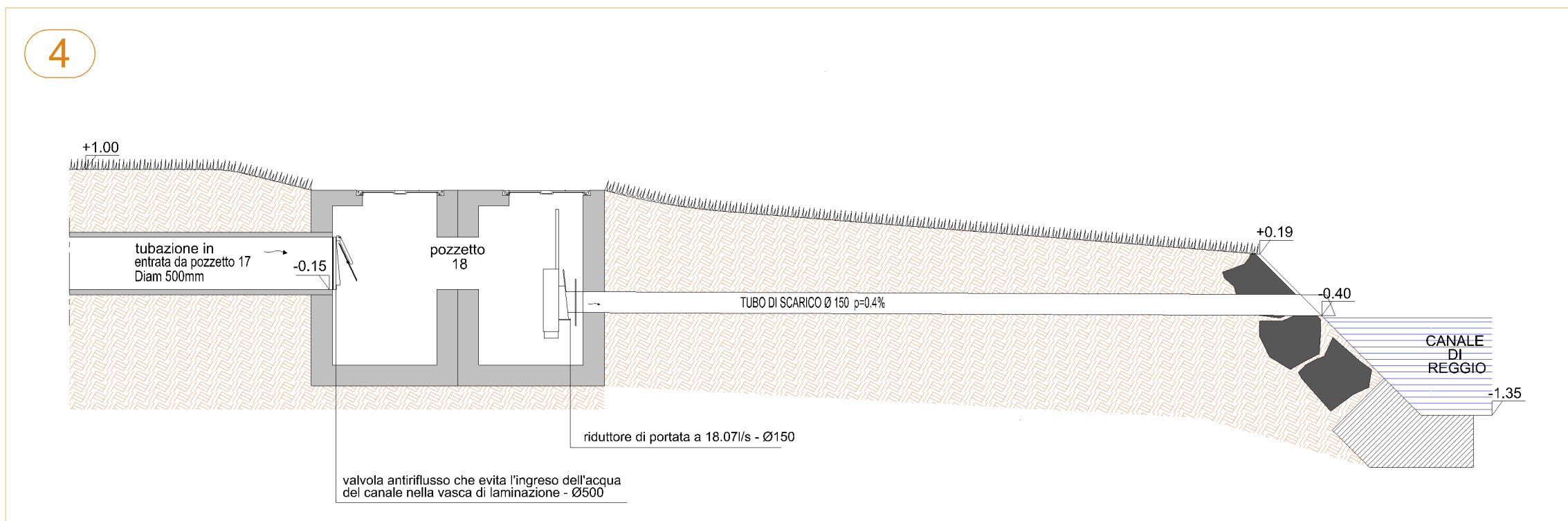
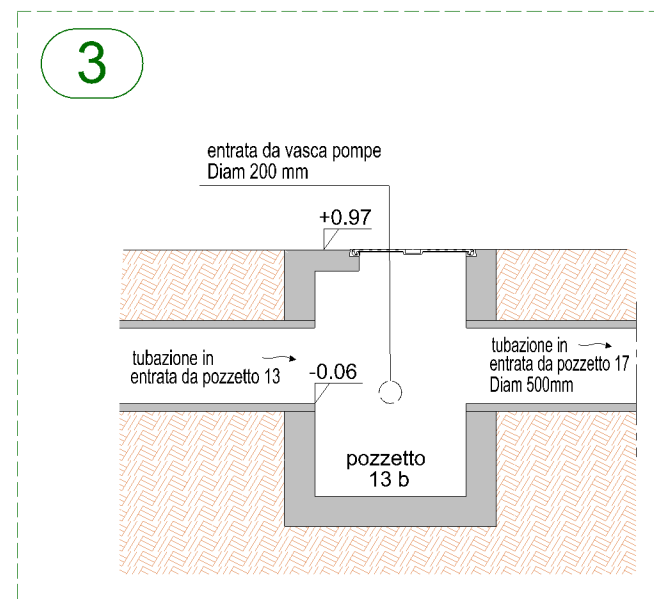
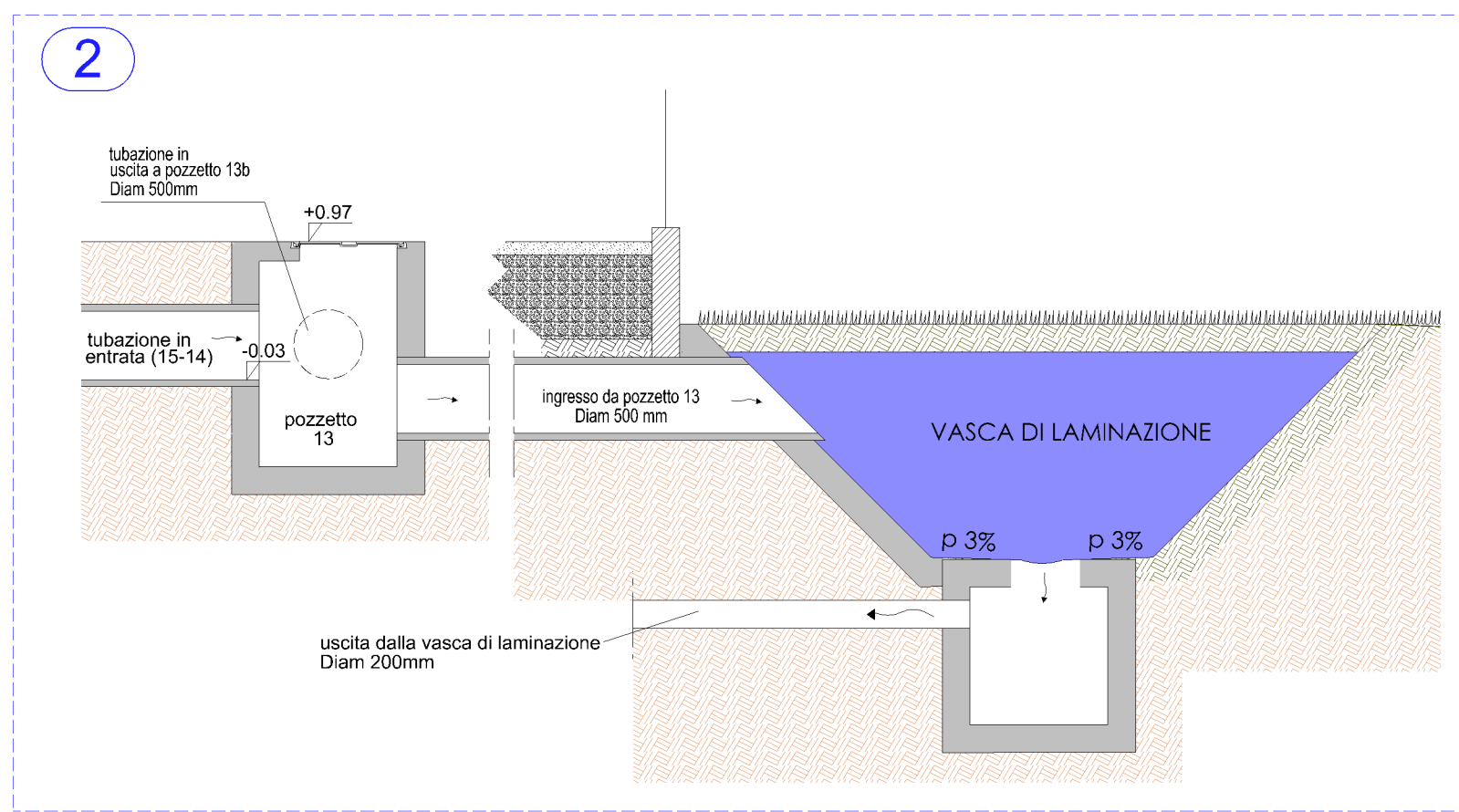


1

L'impianto di sollevamento sarà composto da 3 manufatti:
A-pozzetto di ingresso;
B-vasca di alloggiamento elettropompe
C- pozzetto asciutto (pozzetto valvole)

L'IMPIANTO E I MANUFATTI DOVRANNO ESSERE DIMENSIONATI COME DA LINEE GUIDA E SPECIFICHE TECNICHE DI IRETI E DOVRANNO RISPETTARE LA NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA.

IL PROGETTO ESECUTIVO DI MANUFATTI, ELETTROPOMPE DI SOLLEVAMENTO, QUADRO ELETTRICO DI ALIMENTAZIONE E COMANDO, VERRA' INVIATO A CURA DELLA COMMITTENZA ALL'ENTE GESTORE IRETI NON APPENA VERRA' EFFETTUATA LA SCELTA DEL FORNITORE E COMUNQUE PRIMA DI INIZIARE I LAVORI DI INSTALLAZIONE DEGLI STESSI.



Data: maggio 2026

COMUNE DI CASALGRANDE

Provincia di Reggio Emilia

Progetto:

PIANO INTEGRATO

"ZNI6 - ZNI7 Boglioni - Rio Medici - Via Canale"
approvato con Delibera del C.C. n. 69 del 21/09/2009
- COMPLETAMENTO ZNI7 -

Oggetto:

PERMESSO DI COSTRUIRE PER LE OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA E SECONDARIA DELLA ZONA DI NUOVO INSEDIAMENTO "ZNI7"

in riferimento al Progetto Esecutivo approvato con
Determinazione n. 464 del 30/08/2011

Committente:

AMARCORD s.r.l. - 03105060358

Elaborazione progettuale:

DOTT. ING. PATRIZIA CREMASCHI

via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

DOTT. ING. NICOLA CREMASCHI

via Antonio Gramsci, 27 - Scandiano (RE)

CREMASCHI
ENGINEERING
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

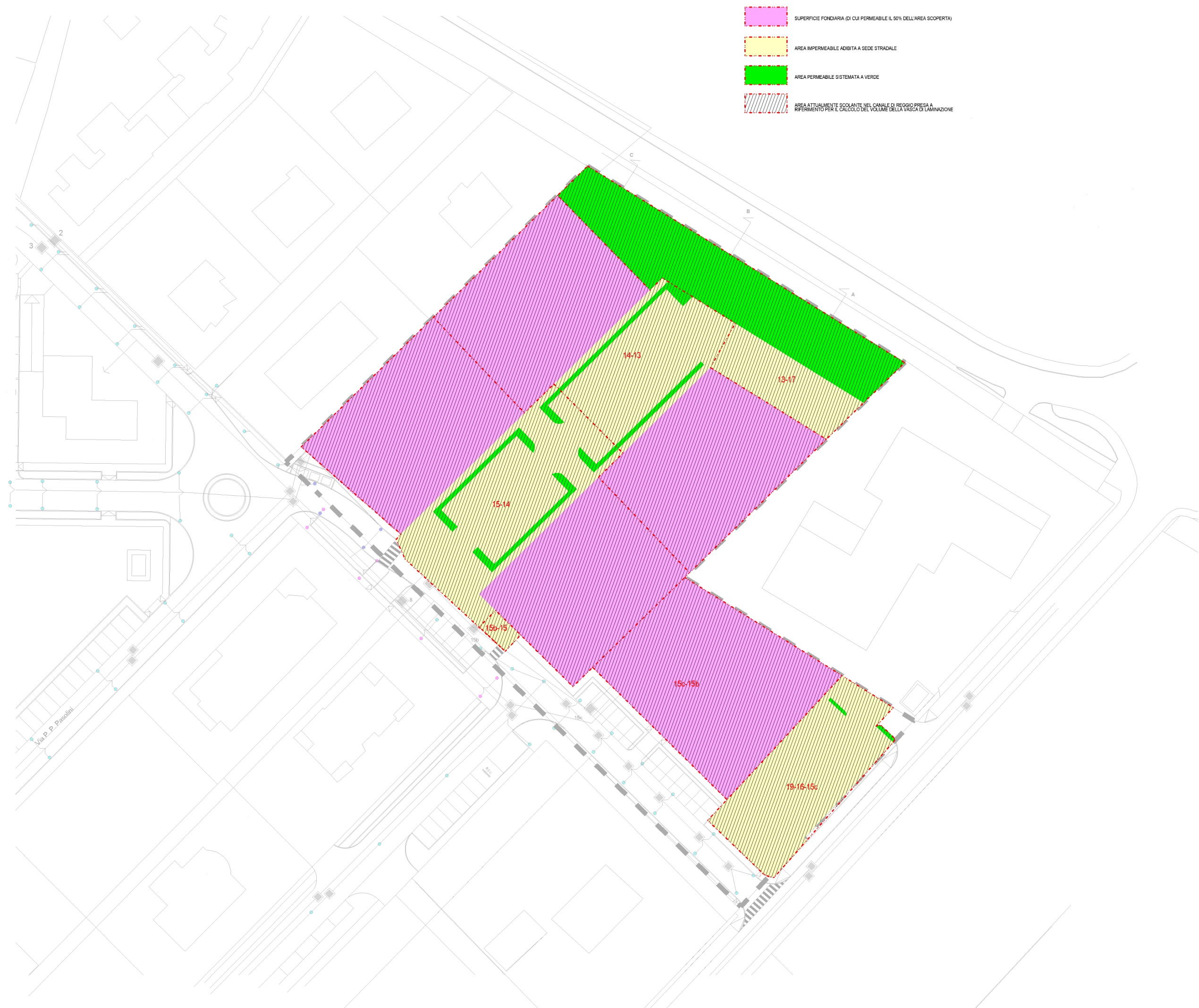
Tavola n:

EP 07.3
revisione 4

Titolo:

**RETI DI FOGNATURA:
CALCOLI COLLETTORI, VASCA DI
LAMINAZIONE E DISOLEATORE**

Scala disegni: -



RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE

A) CONDOTTE DELLA RETE

I dati idrologici di base assunti nel calcolo derivano dalle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPC) relative alla stazione di Casalgrande, con tempo di ritorno $T_r = 10$ anni, come prescritto dal disciplinare dell'Ente gestore.

- Per eventi con durata $\tau \leq 1h$: $h(\tau) = a \cdot \tau^n$, con $a = 39,9$, $n = 0,600$.

- Per eventi con durata $\tau > 1h$: $h(\tau) = a \cdot \tau^n$, con $a = 33,8$, $n = 0,342$.

Da tali leggi si ricava l'intensità di pioggia $i(tc) = a \cdot \tau^{(n-1)}$, espressa in mm/h.

Sono stati assunti i seguenti parametri di progetto:

- Coefficiente di deflusso aree impermeabili $\phi_{imp} = 0,85$;
- Coefficiente di deflusso aree permeabili $\phi_{perm} = 0,20$;
- Tempo di accesso: 300 s (5 min);
- Coefficiente di scabrezza Gauckler–Strickler: $K_s = 85$ (PVC), $K_s = 75$ (CLS);
- Coefficiente di riempimento per la verifica: $\beta = h/D = 0,8$.

Il calcolo della portata affluente a ciascun tratto è stato condotto con il metodo cinematico:

$$Q_{progetto} = 0,278 \cdot \phi \cdot i(tc) \cdot A$$

dove: $Q_{progetto}$ è espresso in m^3/s , ϕ è il coefficiente di deflusso ponderato sull'area di bacino A (km^2), e $i(tc)$ è l'intensità di pioggia (mm/h) valutata al tempo di corrvazione tc .

Il tempo di corrvazione è stato stimato come somma del tempo di accesso (300 s) e dei tempi di percorrenza nelle condotte, calcolati con la relazione $t = L/(1,5 \cdot V)$ con V valutata alla condizione di riempimento $h/D=0,8$. Nei nodi di confluenza tra dorsali e laterali, è stato assunto il valore massimo tra i cammini affluenti, in accordo con le Specifiche Tecniche.

La verifica idraulica delle condotte è stata eseguita in ipotesi di moto uniforme a pelo libero non rigurgitato, applicando la formula di Gauckler–Strickler:

$$Q = K_s \cdot A(\beta) \cdot R_h(\beta)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove $A(\beta)$ è l'area bagnata alla quota di riempimento $\beta \cdot D$, R_h è il raggio idraulico, i è la pendenza della condotta. Le verifiche sono state condotte assumendo $\beta = 0,8$.

Per ciascun tratto sono stati verificati i seguenti requisiti:

- Condotta idraulicamente adeguata: $Q_{progetto} \leq Q_{capacità\ condotta}$ (capacità a $\beta=0,8$);
- Condotta autopulente: $V_{reale} = Q(\beta)_{reale} / A(\beta) \geq 0,50$ m/s per garantire l'autopulizia delle tubazioni, con grado di riempimento β pari a quello reale funzione della portata di progetto.

Di seguito le calcolazioni svolte:

a (Casalgrande; Tr=10 anni; t<1ora) (mm) = 39,9
n (Casalgrande; Tr=10 anni; t<1ora)= 0,6
a (Casalgrande; Tr=10 anni; t>1ora) (mm) = 33,8
n (Casalgrande; Tr=10 anni; t>1ora)= 0,34

φ imp (T tra 2 e 10 anni) = 0,85
φ perm (T tra 2 e 10 anni) = 0,2

t accesso (sec) = 300

ks (coeff di scabrezza di Glaukler Strickler)= 75 cls
ks (coeff di scabrezza di Glaukler Strickler)= 85 pvc
β = 0,8

SUPERFICI SCOLANTI					
TRATTO	SUP IMPERM.	SUP PERM.	SUP FONDIARIA		
			TOT	IMP	PERM
19 - 16	735,00	7,35	0,00	0,00	0,00
16 - 15c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15c - 15b	0,00	0,00	1223,75	831,26	392,50
15b - 15	35,89	0,00	0,00	0,00	0,00
15 - 14	908,61	107,75	2016,73	1417,50	599,23
14 - 13	626,20	63,73	2052,33	1469,79	582,54
13 - 17	323,56	933,67	0,00	0,00	0,00
17 - 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ramo	Si scolante IMP	Si scolante PERM	Si	ΣSiIMP a monte	ΣSiPERM a monte	ΣSi a monte	φ	Φcondotta	Lunghezza cond	i condotta
	mq	mq	mq			mq		mm	m	%/100
19 - 16	735,000	7,350	742,350	735,000	7,350	742,350	0,844	300	31,000	0,0020
16 - 15c	0,000	0,000	0,000	735,000	7,350	742,350	0,844	500	43,150	0,0020
15c - 15b	831,255	392,495	1223,750	1566,255	399,845	1966,100	0,718	500	30,250	0,0020
15b - 15	35,890	0,000	35,890	1602,145	399,845	2001,990	0,720	500	13,000	0,0020
15 - 14	2326,110	706,980	3033,090	3928,255	1106,825	5035,080	0,707	500	51,650	0,0020
14 - 13	2095,990	646,270	2742,260	6024,245	1753,095	7777,340	0,703	500	30,000	0,0020
13 - 17	323,560	933,670	1257,230	6347,805	2686,765	9034,570	0,657	500	32,300	0,0025
17 - 18	0,000	0,000	0,000	6347,805	2686,765	9034,570	0,657	500	8,700	0,0040

Angolo centrale Ø80 rad	Area bagnata A80 mq	Perimetro bagnato P80 m	Raggio idraulico R80 m	Portata condotta Q0,8D mc/s	Portata condotta Q0,8D l/s	Velocità condotta V0,8D m/s	tc sec	tc min	Intensità pioggia i(tc) mm/h	Portata di progetto mc/s	Portata di progetto l/s
4,4286	0,0606	0,6643	0,0913	0,0412	41,2146	0,6799	330,398	5,507	103,724	0,018057	18,05721
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1609	160,9342	0,9557	360,498	6,008	100,169	0,017438	17,43831
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1609	160,9342	0,9557	381,600	6,360	97,915	0,038416	38,41585
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1609	160,9342	0,9557	390,668	6,511	97,000	0,038879	38,87928
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1609	160,9342	0,9557	426,697	7,112	93,637	0,09268	92,68027
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1609	160,9342	0,9557	447,624	7,460	91,860	0,13972	139,7198
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,1799	179,9299	1,0685	467,777	7,796	90,256	0,148866	148,8664
4,4286	0,1684	1,1071	0,1521	0,2276	227,5953	1,3516	472,068	7,868	89,927	0,148324	148,3236

β prog	A(β) mq	Velocità reale m/s
0,457278	0,031503	0,5732
0,22128	0,032294	0,5400
0,328406	0,056134	0,6844
0,330451	0,056614	0,6867
0,537901	0,107641	0,8610
0,707318	0,148478	0,9410
0,682333	0,142727	1,0430
0,580274	0,118157	1,2553

B) VASCA DI LAMINAZIONE

La vasca di laminazione è finalizzata alla riduzione delle portate meteoriche recapitate al Canale di Reggio, garantendo il rispetto del limite allo scarico stabilito dall'ente gestore di 20 l/s per ettaro. La soluzione adottata consente di laminare i deflussi eccedenti il valore massimo ammissibile e di restituirli al recettore al termine dell'evento, assicurando nel contempo la compatibilità idraulica dell'intervento con il sistema recettore.

La vasca di laminazione è stata calcolata in riferimento sia alle linee guida di Ireti sia alle linee guida del Consorzio della Bonifica dell'Emilia Centrale, per definire come definitivo il più vincolante tra i due dimensionamenti.

a. Vasca laminazione ai sensi linea guida Ireti.

Il dimensionamento è stato sviluppato secondo il metodo delle sole piogge, in conformità al disciplinare tecnico del gestore. Sono state utilizzate le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPC) del Comune di Casalgrande per il tempo di ritorno di progetto (20 anni); le verifiche sono state condotte alle durate richieste (in particolare alla durata principale e alla durata di un'ora), con applicazione della maggiorazione percentuale del 30% prevista per il metodo adottato. I volumi utili della rete (esclusi gli allacci) sono stati conteggiati prima della detrazione del deflusso limitato, come consentito dalle prescrizioni.

Per la progettazione sono state determinate le altezze di pioggia corrispondenti alle varie durate considerate facendo riferimento alle CPC ed è stata definita la superficie scolante equivalente, calcolata tenendo conto dei coefficienti di afflusso per le aree impermeabili e della quota convenzionale per quelle permeabili. Si è calcolato il volume affluente per ciascuna durata temporale considerate e si sono detratti i volumi utili già disponibili nella rete e il volume limite allo scarico nel ricettore.

Si è quindi individuate la condizione più gravosa e la si è maggiorata del 30%.

Quanto ottenuto è stato infine verificato rispetto alle quote idrauliche disponibili, garantendo il rispetto del franco minimo prescritto di almeno 10 cm dal piano stradale rispetto al punto più depresso in superficie.

Di seguito le calcolazioni svolte:

CALCOLO DELLA VASCA DI ESONDAZIONE (LINEE GUIDA IRETI)

Il dimensionamento della vasca di esondazione viene eseguito in riferimento al metodo delle sole piogge, con l'applicazione di una maggiorazione del 30% al volume risultante da tale metodo, con riferimento ad un tempo minimo di ritorno ventennale:

Curve Possibilità Pluviometrica Comune di Casalgrande (RE) Tr=20 anni:

t	a	n
t<1ora	45,8	0,58
t>1ora	38,4	0,339
h _{2ore} [mm] =	49	
h _{1ora} [mm] =	46	
Superficie scolante totale del comprensorio =		9034,57 mq
Superficie scolante equivalente totale del comprensorio = S*φ		5932,99 mq
VOLUME DA SMALTIRE (t=2ore)= h*Sup impermeabile =		288,17 mc
VOLUME DA SMALTIRE (t=1ora)= h*Sup impermeabile =		271,73 mc
Si può dedurre l'acqua che resta invasata nelle fognature		

INVASO NATURALE GENERATO DALLA RETE FOGNARIA (acque bianche) DEL COMPARTO:

diametro tubazione in cm	estensione tubazione in ml	invaso in mc
30,00	31,00	2,06
50,00	43,15	7,96
50,00	30,25	5,58
50,00	13,00	2,40
50,00	51,65	9,53
50,00	30,00	5,54
50,00	32,30	5,96
50,00	8,70	1,61
TOTALE		40,64

VOLUME D'ACQUA RESIDUO DA SMALTIRE (2ore)	247,53 mc
VOLUME D'ACQUA RESIDUO DA SMALTIRE (1ora)	231,09 mc

SUDDIVISIONE ACQUA RESIDUA DA SMALTIRE:

A) VOLUME CHE PUO' ACCOGLIERE IL RICETTORE

corrispondente alla portata max di 20 l/sec per ogni ha (dato fornito dalla Bonifica PMS) pari a:

Superficie totale del comprensorio =	9034,57 mq	superficie complessiva della zona ZNI7 che scarica attualmente nel canale.
Durata evento 2 ore		
18,07 l/sec	65,05 mc/h	0,0181 mc/s
Q TOTALE	0,0181 mc/s	65,05 mc/h

Mediante l'equazione del moto uniforme per correnti a pelo libero di Chezy, combinata con la formula di Gauckler-Strickler, si ricava la sezione della condotta necessaria e si calcola la portata con funzionamento a boccapiena:

$$Q[mc/s] = K_s R^{\frac{2}{3}} A_\phi \sqrt{i}$$

dove:	Ks [m ^{1/3} /s] = coeff. di scabrezza Gauckler-Strickler =	85
	R [m] = raggio idraulico = A / P	
	i [m/m] = pendenza di scorrimento =	0,0025
	Φ =	200 mm
	Q (boccapiena) =	0,0181 mc/s
	Q (93/94% riempimento) =	0,0195 mc/s

B) VOLUME DA INVASARE NELLA VASCA **166,04** mc

ulteriore volume da invasare **0,00** mc

VOLUME TOTALE DA INVASARE **166,04** mc

Considerando un fattore di sicurezza del 30% **215,85** mc

VOLUME VASCA IN PROGETTO(mc) 270,00 mc

b. Vasca laminazione ai sensi delle linee guida del Consorzio della Bonifica dell'Emilia Centrale

Il principio di invarianza idraulica garantisce che il deflusso risultante dal drenaggio di un'area debba rimanere invariato dopo una trasformazione dell'uso del suolo avvenuto nell'area stessa, ossia dopo lavori di edificazione e urbanizzazione. Il concetto di invarianza idraulica in definitiva presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito a trasformazioni d'uso del suolo, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso rispetto alle condizioni ante-trasformazione, oppure laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area ante-trasformazione.

La determinazione del volume necessario alla desiderata laminazione deve essere effettuata mediante il **'Modello delle sole piogge'**.

Tale metodo non effettua il confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e uscenti dall'invaso, considerando trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In tali condizioni, applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante, il volume entrante (causato dall'alterazione dell'uso del suolo) risulta essere pari a:

$$W_e = \varphi_{equ} * A_{tot} * a * \theta^n$$

Con:

A_{tot}= Superficie totale del bacino;

θ= durata dell'evento critico per la vasca di laminazione. È bene ricordare che tale durata non è necessariamente coincidente con quello a cui corrisponde il valore massimo della portata in arrivo (evento che si utilizza per il dimensionamento del reticolo idraulico a monte).

φ_{equ} = coefficiente di deflusso equivalente. È un coefficiente che varia da 0-1 in funzione della tipologia di superficie considerata. È ottenuto come media pesata tra il coefficiente deflusso della tipologia di area considerata (**φ**) e la relativa estensione della superficie.

Il volume uscente dall'invaso ipotizzando una laminazione ottimale a portata costante pari a **Q_{umax}** sarà:

$$W_u = Q_{umax} * \theta$$

Il volume da accumulare nell'invaso sarà quello corrispondente alla durata critica per l'invaso di laminazione che si pone pari a:

$$\theta_w = \left(\frac{Qu_{max}}{A_{tot} * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Nota la durata critica, il volume dell'invaso (**W_{max}**) dovrà essere pari a:

$$W_{max} = A_{tot} * \varphi * a * \left(\frac{Qu_{max}}{A_{tot} * \varphi * a * n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Qu_{max} * \left(\frac{Qu_{max}}{A_{tot} * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia:

W in [m3]: volume

A in [ha]: area

a in [mm/h]: coefficiente della curva di possibilità pluviometrica

θ in [h]: durata critica

Q in [l/s]: portate

Le equazioni precedenti possono essere riscritte come:

$$\theta_w = \left(\frac{Qu_{max}}{2.78 * A_{tot} * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_{max} = 10 * A_{tot} * \varphi * a * \theta_w^n - 3.6 * Qu_{max} * \theta_w$$

Al fine di compensare i noti errori di sottostima del metodo proposto il volume finale dell'invaso si otterrà moltiplicando il volume massimo trovato per un coefficiente correttivo (FS) pari a 1.2.

$$W_{vasca} = FS * W_{max}$$

La portata massima ammessa allo scarico, (Qu_max) si otterrà moltiplicando il coefficiente udometrico massimo inerente all'area oggetto di intervento (Φ) per l'area della superficie territoriale interessata (A_tot). Qu_max=Φ*A_tot.

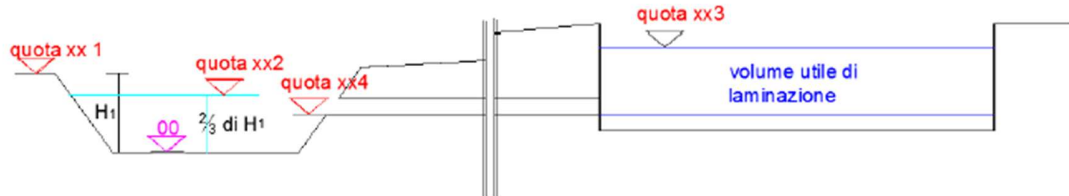
Tale portata dovrà essere scaricata nella rete consortile mediante apposito manufatto di scarico. Il calcolo del diametro della tubazione di scarico può essere effettuato utilizzando la seguente formula:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Qu_{max}}{\alpha * \pi * \sqrt{2 * g * \Delta h}}}$$

D= diametro della tubazione;

α= coef. di perdita posto pari a 0.6;

Δh = carico idraulico disponibile. Può essere calcolato come differenza tra il livello massimo nella vasca in progetto e il tirante idrico nel fosso in uscita (ipotizzabile pari a 2/3 della sua altezza utile dal fondo al ciglio). In base allo schema sotto riportato Δh può essere assunto pari alla differenza tra la quota xx3 e la quota xx2.



Qualora il ricettore sia un canale tombato, si può assumere quale tirante idrico di riferimento quello corrispondente a un riempimento pari al 70%.

a (Casalgrande; $T_r=10$ anni; $t>1$ ora) (mm) = 51,4
n (Casalgrande; $T_r=10$ anni; $t>1$ ora)= 0,21

ϕ imp (T tra 2 e 10 anni) = 0,9
 ϕ perm (T tra 2 e 10 anni) = 0,2

t accesso (sec) = 300

ks (coeff di scabrezza di Glaukler Strickler)= 75 cls
ks (coeff di scabrezza di Glaukler Strickler)= 85 pvc
 β = 0,8

SUPERFICI SCOLANTI					
TRATTO	SUP IMPERM.	SUP PERM.	SUP FONDIARIA		
			TOT	IMP	PERM
19 - 16	735	7,35	0	0	0
16 - 15c	0	0	0	0	0
15c - 15b	0	0	1223,75	831,255	392,495
15b - 15	35,89	0	0	0	0
15 - 14	908,61	107,75	2016,73	1417,5	599,23
14 - 13	626,2	63,73	2052,33	1469,79	582,54
13 - 17	323,56	933,67	0	0	0
17 - 18	0	0	0	0	0

Ramo	Si scolante IMP	Si scolante PERM	Si	ΣSi IMP a monte	ΣSi PERM a monte	ΣSi a monte	ϕ	Φ condotta	Lunghezza cond
	mq	mq	mq			mq		mm	m
19 - 16	735	7,35	742,35	735	7,35	742,35	0,893	300	31
16 - 15c	0	0	0	735	7,35	742,35	0,893	500	43,15
15c - 15b	831,255	392,495	1223,75	1566,255	399,845	1966,1	0,758	500	30,25
15b - 15	35,89	0	35,89	1602,145	399,845	2001,99	0,760	500	13
15 - 14	2326,11	706,98	3033,09	3928,255	1106,825	5035,08	0,746	500	51,65
14 - 13	2095,99	646,27	2742,26	6024,245	1753,095	7777,34	0,742	500	30
13 - 17	323,56	933,67	1257,23	6347,805	2686,765	9034,57	0,692	500	32,3
17 - 18	0	0	0	6347,805	2686,765	9034,57	0,692	500	8,7

Curve Possibilità Pluviometrica Comune di Casalgrande (RE) Tr=25 anni:

t	a	n
t>1ora	51,44	0,21

CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICABILE $Q_{u\max}$:

corrispondente alla portata max di 20 l/sec per ogni ha (dato fornito dalla Bonifica PMS)

Superficie attualmente scolante nel Canale =	9034,57 mq
Portata massima scaricabile $Q_{u\max}$ =	18,07 l/s

CALCOLO DELLA SUPERFICIE SCOLANTE EQUIVALENTE IN PROGETTO :

Superficie scolante totale =	9034,57 mq
Superficie scolante equivalente totale del comprensorio = $A \cdot \phi$	6250,38 mq

CALCOLO DELLA DURATA CRITICA θ_w :

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u\max}}{2.78 (A\phi) a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

θ_w =	1,05 h
θ_w =	62,96 min

CALCOLO DEL VOLUME DELL'INVASO:

$$W_{max} = 10 (A\phi) a \theta_w^n - 3.6 Q_{u\max} \theta_w$$

W_{max} =	256,53 mc
-------------	-----------

A dedurre l'acqua che resta invasata nelle fognature:

INVASO NATURALE GENERATO DALLA RETE FOGNARIA (acque bianche) DEL COMPARTO:		
diametro tubazione in cm	estensione tubazione in ml	invaso in mc
30,00	31,00	2,06
50,00	43,15	7,96
50,00	30,25	5,58
50,00	13,00	2,40
50,00	51,65	9,53
50,00	30,00	5,54
50,00	32,30	5,96
50,00	8,70	1,61
TOTALE		40,64

Massimo volume dell'invaso :	W_{max} =	215,89 mc
------------------------------	-------------	-----------

Volume di progetto della vasca con F.S.=1,2:	W_{vasca} =	259,06 mc
--	---------------------------------	------------------

VOLUME VASCA IN PROGETTO	270,00	mc
---------------------------------	---------------	-----------

Mediante l'equazione del moto uniforme per correnti a pelo libero di Chezy, combinata con la formula di Gauckler-

$$Q[mc/s] = K_s R^{\frac{2}{3}} A_\phi \sqrt{i}$$

dove:	K_s [$m^{1/3}/s$] = coeff. di scabrezza Gauckler-Strickler =	85
	R [m] = raggio idraulico = A_ϕ / P_ϕ	
	i [m/m] = pendenza di scorrimento =	0,005
	Φ =	200 mm
	Q (boccapiena) =	0,0256 mc/s
	Q (93/94% riempimento) =	0,0275 mc/s

C) SCARICO A BOCCA A BATTENTE NEL CANALE

La verifica è finalizzata a confermare l'idoneità della luce di scarico in parete, dotata di valvola di non reflusso, per l'allontanamento delle portate meteoriche della rete bianca verso il Canale di Reggio. La luce è stata verificata al battente massimo di progetto, in coerenza con le prescrizioni dell'ente gestore.

Per la verifica si è adottata la formulazione dell'orifizio a battente, con misura del battente utile rispetto all'asse della luce. È stata distinta la condizione di efflusso libero da quella sommersa in funzione del livello idrico nel recettore: per la configurazione in esame ricorre l'efflusso libero.

Il coefficiente di efflusso è stato assunto in maniera prudenziale in relazione alla presenza della valvola di non reflusso e alla tipologia del bordo.

La luce di scarico assunta risulta idonea a smaltire la portata di progetto con adeguato margine rispetto al limite di livello a monte e in coerenza con le condizioni di valle del recettore. La presenza della valvola di non reflusso garantisce la protezione del manufatto in caso di risalita del pelo libero nel canale.

Di seguito le calcolazioni svolte:

Calcolatore bocca a battente (orifizio)

INPUT

Q_target [l/s]	18,07	Portata da smaltire complessiva (l/s)
Cd (coefficiente di efflusso)	0,52	0.50–0.55 con clapet; 0.60–0.62 spigolo vivo senza clapet
Z_up (quota pelo libero monte) [m]	0,44	Quota max operativa di monte
Z_down (quota pelo libero valle) [m]	-0,4	Se $\leq Z_{soglia} \Rightarrow$ efflusso libero (non sommerso)
Z_soglia (quota bordo inferiore luce) [m]	-0,4	Quota della soglia della luce in parete
Z_up_lim (quota limite progetto monte) [m]	0,44	Limite di livello massimo consentito a monte
Origine area usata (rettangolare / circolare / diretta)	circolare Seleziona la geometria da cui ricavare A	

Geometria rettangolare

Base b [m]	0,2	Sviluppo orizzontale della luce
Altezza a [m]	0,2	
Area rettangolare A_rect [m²]	0,040	
Z_asse (rett.) [m]	-0,300	
Z_top (rett.) [m]	-0,200	

Geometria circolare

Diametro D [m]	0,15	
Area circolare A_circ [m²]	0,018	
Z_asse (circ.) [m]	-0,325	
Z_top (circ.) [m]	-0,250	

Area diretta

A_diretta [m²]	0,1	
h_apertura diretta [m] (per Z_asse)	0,1	
Z_asse (dir.) [m]	-0,350	
Z_top (dir.) [m]	-0,300	

AREA_USATA [m²]	0,018	
Z_asse_USATO [m]	-0,325	
Z_top_USATO [m]	-0,250	

CALCOLI IDRAULICI

H_up rispetto asse [m]	0,765
H_down rispetto asse [m] (se valle sopra asse)	0,000
DeltaH effettivo [m] = MAX(0, H_up - MIN(H_up, H_down))	0,765

Q_calc con DeltaH [l/s]

35,60 Portata erogabile con l'area scelta e i livelli dati

h_req per Q_target [m] (rispetto asse)

0,197 Battente di monte rispetto all'asse necessario per smaltire Q_target

$$Z_{up_req} [m] = Z_{asse_USATO} + h_{req}$$

-0,128

Verifica limite monte ($Z_{up_req} \leq Z_{up_lim}$)

OK (entro limite)

Velocità in luce a Q_target [m/s]

1,023

Dimensionamento area a Z_up_lim

DeltaH_design [m] (da Z_up_lim) 0,765

A_req [m²] per Q_target a Z_up_lim 0,009

Se rettangolare: base richiesta b_req [m] (con altezza a attuale) 0,000

Se circolare: diametro richiesto D_req [m] 0,107

D) DISOLEATORE

Il progetto prevede di trattare le acque di prima pioggia tramite un disoleatore che permetta di separare gli oli minerali e gli idrocarburi leggeri dalle acque meteoriche. Durante l'evento piovoso l'acqua meteorica precipitata sulle zone impermeabili e convogliata in fognatura viene fatta confluire alla prima vasca/pozzetto con funzione di scolmatore e successivamente alla vasca con funzione di disoleatore. Durante minime piovute atmosferiche tutta l'acqua in arrivo allo scolmatore passa al disoleatore, mentre nel caso di forti precipitazioni sale il livello dell'acqua nella vasca scolmatore e la quantità di acqua in eccesso viene incanalata in condotta a parte (by-pass) e ridiretta in fognatura valle dell'Impianto Disoleatore, (naturalmente, onde evitare la fuoriuscita di oli minerali e idrocarburi, l'uscita della condotta di scolmatura è schermata).

Ai fini della progettazione si è individuato il bacino scolante afferente al pozzetto di trattamento, distinguendo la superficie in porzioni impermeabili e permeabili, caratterizzate da relativo coefficiente d'afflusso φ_i ($\varphi_{imp} = 0,85$ e $\varphi_{perm} = 0,20$) per ricavare il coefficiente composito mediante media pesata.

Il volume di prima pioggia (VPP) è stato determinato assumendo un'altezza di pioggia pari a 5 mm uniformemente distribuiti sulla superficie scolante efficace. come da indicazioni Regione Emilia Romagna.

La portata di trattamento della prima pioggia Q_PP, corrispondente alla portata che il sistema di separazione deve trattare in continuo, è stata determinata in funzione del VPP smaltito in 15 minuti.

Il dimensionamento del separatore è stato eseguito ai sensi della UNI EN 858 tramite la dimensione nominale NS [L/s], definita come:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d$$

dove: Q_r è la portata meteorica da trattare (assunta pari a Q_PP per il caso di sole

acque di prima pioggia), Q_s è l'eventuale portata non meteorica potenzialmente contenente oli (es. lavaggi), f_x è il fattore di impedimento (valori maggiori in presenza di detergenti) e f_d è il fattore densità del liquido leggero.

Nel caso di progetto sono presenti solo acque meteoriche e pertanto si è posto $Q_s = 0$ e, in assenza di detergenti e con oli di densità $\leq 0,85 \text{ g/cm}^3$, si è assunto $f_x = 1$ e $f_d = 1$.

La NS calcolata è stata arrotondata alla taglia standard immediatamente superiore (serie preferenziale NS: 1, 3, 5, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, ...). Il separatore sarà di Classe I (effluente $\leq 5 \text{ mg/L}$) per recapito in corpo idrico superficiale.

Per il calcolo della portata alla scolmatura: la portata di progetto in arrivo al pozzetto è stata determinata sulla base della rete fognaria per acque meteoriche a monte, facendo pertanto riferimento a quanto calcolato per progetto rete fognaria acque bianche, a cui si è detratta la portata Q_{PP} di prima pioggia trattata dal separatore.

La condotta di scolo è stata dimensionata per smaltire la portata di scolmatura con moto a pelo libero non rigurgitato, verificando il rispetto del criterio $h/D \leq 0,8$ richiesto dal gestore. La portata di verifica è stata valutata con la formula di Manning–Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i},$$

con k_s coefficiente di Strickler, A area bagnata, R raggio idraulico e i pendenza.

Di seguito le calcolazioni svolte:

a (Casalgrande; Tr=10 anni; t<1ora) (mm) =	39,9
n (Casalgrande; Tr=10 anni; t<1ora)=	0,6
ks (coeff di scabrezza di Glaukler Strickler)=	85 pvc
i (pendenza condotta) =	0,0015
pi greco =	3,14159

Calcolo della portata in arrivo al pozzetto scolmatore:

Tratti fognatura	ΣSi a monte mq	φ	Q progetto l/s
17-18	9034,57	0,66	148,3236
AL POZZETTO SCOLMATORE	9034,57	0,6567	148,32

Superficie bacino	9034,57 mq			
φ	0,66			
h di prima pioggia	5 mm	=	50 mc/Ha	
Volume di prima pioggia per il bacino in esame			29,66 mc	
Tempo stimato di arrivo allo scolmatore		15 min = sec 900		
Portata in ingresso al disoleatore	32,96 l/s			
DISOLEATORE (UNI EN 858) - Dimensionamento noiminale NS				
Qr (portata meteorica da trattare)	32,96 l/s			
Qs (portata acque non meteoriche da trattare)	0,00 l/s			
Fattore impedimento fx	1,00		(1 standard; 2 con detergenti)	
Fattore densità fd (1 se $\rho \leq 0.85 \text{ g/cm}^3$)	1,00			
classe I - NS = $(Qr + fx \cdot Qs) \cdot fd$	32,96 l/s	→	NS_40	
SCOLMATURA (Bypass seconde piogge)				
Portata alla scolmatura	115,36 l/s			
– Verifica a condotta piena (H/D=1)				
Diametro interno condotta scolmatura	440,64 mm	→	Φ 470	mm
– Verifica a condotta con riempimento H/D=0.80				
	444,42 mm	→		

RETE FOGNARIA ACQUE NERE

Il calcolo delle portate massime delle acque nere è stato effettuato in base alle densità abitative, noto l'apporto procapite in fognatura derivante dall'uso dell'acqua distribuita dall'acquedotto. Tale apporto è stato assunto pari all'80% del consumo, per tener conto della frazione che effettivamente raggiunge la rete nera.

Pertanto la portata nera è stata calcolata con la seguente formulazione:

$$Q_n = (Q_{MAX-RESIDENZA} + Q_{MAX-COMMERCIALE}) \cdot 0,8 = (Q_{MAX-RESIDENZA} + 0) \cdot 0,8$$

dove:

$Q_{MAX-RESIDENZA}$ = massima portata distribuita dall'acquedotto alle residenze, cioè portata di punta (o portata di picco) del giorno di massimo consumo

$$Q_{MAX} = \frac{P \cdot Dot}{86400}$$

con P = popolazione servita e Dot = dotazione idrica pro capite = 250

$Q_{MAX-COMMERCIALE}$ = massima portata relativa alla zona commerciale = 0

Come portata nera massima di calcolo è stata assunta $Q_n \max = Q_n \cdot C_p \cdot C_g$

dove: C_p e C_g = coefficienti moltiplicativi (di punta e di contemporaneità) che dipendono dalle caratteristiche del centro urbano: per centri con popolazione compresa tra i 10.000 e i 25.000 abitanti si possono assumere rispettivamente i valori 2,8 e 1,5

La portata di progetto a picco è calcolata come $Q_{neraMAX} = Q_n \cdot C_g \cdot C_p$, mentre la portata media idraulica per le verifiche si ottiene come $Q_{neraMED} = Q_{neraMAX} / (C_g \cdot C_p) = Q_n \cdot C$

Pertanto la rete è stata dimensionata e verificata su due condizioni complementari: la condizione di picco per garantire la capacità di smaltimento e contenere il riempimento relativo h/D entro il limite richiesto dall'ente gestore ($h/D \leq 0,5$ alla punta), e la condizione media per garantire l'autopulizia durante l'esercizio ordinario, quando le velocità sono naturalmente più contenute.

Il moto è stato rappresentato come moto uniforme a pelo libero in condotta circolare, adottando la formulazione di Gauckler–Strickler:

$$Q = K_s \cdot A(\theta) \cdot R(\theta)^{2/3} \cdot \sqrt{i},$$

Dove: θ è il mezz'angolo centrale bagnato da cui derivano l'area bagnata $A(\theta)$, il perimetro bagnato $P(\theta)$ e il raggio idraulico $R(\theta) = A/P$.

Per ogni ramo, sia a Q_{med} sia a Q_{max} , la profondità normale è stata risolta numericamente imponendo $Q_{calc}(\theta) = Q_{target}$; dalle corrispondenti sezioni si sono ottenuti il riempimento $h/D = (1 - \cos\theta)/2$, la velocità media $V = Q/A$ e la tensione tangenziale $\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot i$.

Il dimensionamento è stato svolto con verifica sia alla sezione "di progetto" a $H/D = 0,50$ (utile per valutare la capacità a riempimento prefissato) sia alla sezione realmente piena corrispondente ai valori Q_{med} e Q_{max} risolti con la profondità normale.

Si precisa che per portate medie ridotte, i valori di velocità risultano inferiori ai minimi richiesti per autopulizia condotta, ma che per tali condotte hanno pendenza $i = 1\%$, verificando in tal modo le prescrizioni dell'ente gestore.

Considerando che dai calcoli svolti la portata Q_{n_max} ha valori molto modesti, che porterebbero ad un dimensionamento teorico della sezione della condotta abbondantemente al di sotto dei 240 mm di diametro, il dimensionamento di tutte le condutture è stato definito non sulla base delle considerazioni idraulico teoriche effettuate, ma in funzione della possibilità che la presenza di corpi solidi possa dare corso a intasamenti e a riduzioni sensibili delle sezioni adottate.

Di seguito le calcolazioni svolte:

Dotazione procapite= 250 l/giorno
 Coeff Udometrico Zona Commerciale= 1 (l/secondo)/Ha
 Cg (COMUNE 10000<ABITANTI<25000)= 1,5
 Cp (COMUNE 10000<ABITANTI<25000)= 2,8

Ks (coeff di forma di Glaukler Strickler)= 85 pvc

i (pendenza condotta)= 0,005
 ρ densità 1000 kg/mc
 g gravità 9,81 m/s²

RAMO	ALLOGGI n°	PERSONE n°	Sc COMMERC. mq	Sf COMMERC. mq	Qmax RES l/s	Qmax COM l/s	Qmax TOT l/s	Qnera l/s	Q nera MAX l/s	Diametro condotta mm
ramo 6-7	18	54	0	0	0,15625	0	0,15625	0,125	0,525	235,4
ramo 7-8	36	108	0	0	0,3125	0	0,3125	0,25	1,05	235,4

Area bagnata della sezione a bocca piena (H/D=1) mq	Q smaltibile (H/D=1) l/s	velocità max riempim (H/D=1) m/s	Area bagnata sezione con riempimento 50% (H/D=0,5) mq	Raggio idraulico (H/D=1 e H/D=0,5) m	Q smaltibile con riempimento 50% (H/D=0,5) l/s	Q nera MEDIA l/s	velocità di scorrimento alla Qmedia (H/D=0,5) m/s	velocità di scorrimento alla Qmax (H/D=0,5) m/s	tensione tangenziale di trascinamento (H/D=0,5) Pa	Grado di utilizzo della capacità a H/D=0,5 al Q_max %	Grado di utilizzo della capacità a H/D=0,5 al Q_med %	Diametro richiesto per smaltire Q_max a H/D=0,5 m	Diametro richiesto per smaltire Q_max a H/D=0,5 mm
0,043521394	39,576529	0,90935803	0,021760697	0,05885	19,7882646	0,125	0,0057443	0,02412607	2,8865925	2,65308763	0,631687531	0,060355007	60,35500726
0,043521394	39,576529	0,90935803	0,021760697	0,05885	19,7882646	0,25	0,0114886	0,04825213	2,8865925	5,30617526	1,263375062	0,078270761	78,27076074

RIEMPIMENTO REALE A PORTATA MEDIA Q_med									
Angolo centrale bagnato della sezione realmente piena alla portata media: Θ_{med}	Area bagnata a Θ_{med}	Perimetro bagnato a Θ_{med}	Raggio idraulico a Θ_{med}	Portata target a Q_med usata per calibrazione	Portata calcolata della sezione definita da Θ_{med}	residuo Qcalc-Qtarget	H/D reale	Velocità reale a Q_med	Tensione tangenziale reale a Q_med
rad	mq	m	m	mc/s	mc/s	mc/s		m/s	Pa
0,37618885 0,443317713	0,000478 0,000774	0,088555 0,104357	0,005397 0,007413	0,000125 0,00025	8,84E-05 0,000177	-3,7E-05 -7,3E-05	0,034964 0,048333	0,261536 0,323161	0,2647316 0,363612

RIEMPIMENTO REALE A PORTATA MASSIMA DI PICCO Q_max									
Angolo centrale bagnato della sezione realmente piena alla portata di picco: Θ_{max}	Area bagnata a Θ_{max}	Perimetro bagnato a Θ_{max}	Raggio idraulico a Θ_{max}	Portata target a Q_max usata per calibrazione	Portata calcolata della sezione definita da Θ_{max}	residuo Qcalc-Qtarget	H/D reale	Velocità reale a Q_max	Tensione tangenziale reale a Q_max
rad	mq	m	m	mc/s	mc/s	mc/s		m/s	Pa
0,529518582 0,626782946	0,001296 0,002102	0,124649 0,147545	0,0104 0,014246	0,000525 0,00105	0,000371 0,000742	-0,00015 -0,00031	0,068475 0,095041	0,404986 0,499529	0,510118 0,698786

CHECK NORMATIVI	
Verifica riempiment o a picco	Verifica autopulizia a Q_med
VERO VERO	FALSO FALSO

Se pendenza NON inferiore a 1% allora le condizioni di autopulizia non sono cogenti.

Se pendenza INFERIORE al 1% occorre dispositivo di lavaggio o adozione fossa imhoff.

MISURE VOLTE ALLA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELLE STRUTTURE E DEI BENI ESPOSTI AL RISCHIO.

In coerenza con l'obiettivo di riduzione della vulnerabilità delle strutture e dei beni esposti al rischio e di incremento della resilienza territoriale, l'intervento è impostato secondo criteri di prevenzione e mitigazione. In particolare, non è prevista la realizzazione di locali interrati o seminterrati, scelta progettuale che costituisce una misura di riduzione della vulnerabilità in quanto limita l'esposizione di ambienti e impianti ai possibili effetti di eventi calamitosi (es. allagamenti, infiltrazioni, innalzamento temporaneo della falda, ristagni idrici), riducendo conseguentemente il rischio di danni a persone, beni e componenti tecnologiche.

VERIFICHE STATICHE DELLE TUBAZIONI DI **RETE**

TUBAZIONI FLESSIBILI - (F.NERA tratto 9-8-7-6)

TUBO PVC Ø250mm SN8 SDR34 Hmin.ricoprimento 130cm

ANALISI DEI CARICHI

A) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

$Q_t = \gamma_t \cdot H \cdot D$ [N/m]	5850,00	carico verticale del suolo sul tubo [N/m]
γ_t [N/m ³]	18000	peso specifico del reinterro
H [m]	1,3	altezza ricoprimento (differenza fra quota strada e quota generatrice sup. tubo)
D [m]	0,25	diametro esterno del tubo
W_c [N/cm]	58,50	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

B) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

$Q_m = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	12349,14	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti [N/m]
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	40134,70	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,25	diametro esterno del tubo
H [m] =	1,3	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,231	fattore dinamico
W_L [N/cm]	123,49	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI FLESSIBILI

1) VERIFICA DELL'INFLESSIONE DIAMETRALE

$$\Delta y \text{ [cm]} = \frac{(D_e \cdot W_c + W_L) \cdot K_x \cdot r_m^3}{E_t I_t + 0,061 \cdot K_a \cdot E_s \cdot r_m^3} + \Delta a$$

0,66	inflessione verticale del tubo (cm)
-------------	-------------------------------------

D_e	1,5	fattore di ritardo di inflessione Tab.13.4
W_c [N/cm]	58,50	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza
W_L [N/cm]	123,49	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza
K_x	0,103	coeff. d'inflessione Tab.13.5
D [cm]	25	diametro esterno del tubo
s [cm]	0,73	spessore del tubo
D_i [cm]	23,54	diametro interno del tubo
D_m [cm]	24,27	diametro medio del tubo
r_m [cm]	12,14	raggio medio del tubo
RG [N/cm ²]	0,400	indice di rigidità trasversale a lungo termine
$E_t \cdot I$ [N*cm]	5718	fattore di rigidità trasversale della tubazione iniziale ($RG \cdot D_m^3$)
Clt	2	coefficiente di lungo termine da Tab.13.1 (rapporto modulo elastico iniziale / modulo elastico differito)
$E_t I_t$ [N*cm]	2859,17	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine ($E_t \cdot I / Clt$)
E_s [N/cm ²]	690	modulo elastico del terreno, da Tab.13.2
K_a	0,75	parametro da inflessione media a inflessione massima, da Tab.13.6
Δa	0	parametro da inflessione media a inflessione massima, da Tab.13.6
$\Delta y / D_i$	0,028	il rapporto deve essere inferiore a 0,05 (5%)

VERO

2) VERIFICA DELLA SOLLECITAZIONE MASSIMA FLESSIONE

$\sigma = Df \cdot Et \cdot (\Delta y / D) \cdot (s / D)$ [N/cm ²]	459,72	tensione massima di flessione
Df	4	fattore di forma, da Tab.13.7
Et [N/cm ²]	150000	modulo elastico del tubo, da Tab.13.1
Δy [cm]	0,66	inflessione verticale del tubo (cm)
D [cm]	25	diametro esterno del tubo
s [cm]	0,73	spessore del tubo
σ_{lim} [N/cm ²]	2000	tensione limite ultima
σ_{lim} / σ	4,35	il rapporto deve essere superiore a 1,5 (coefficiente di sicurezza)

VERO

3) VERIFICA ALL'INSTABILITA' ALL'EQUILIBRIO ELASTICO

$$q_a \text{ [N/cm}^2\text{]} = (1/FS) \cdot (32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot Et \cdot I / Dm^3)^{1/2}$$

26,58

pressione ammissibile di Buckling

FS	2,5	fattore di progettazione
H [cm]	130	altezza di ricoprimento (reinterro)
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo
e =	2,718	numero di Eulero
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica
$B' = 1 / (1 + 4 \cdot e^{-0,213H})$	1,000	coefficiente empirico di supporto elastico
$Et \cdot I \cdot I$ [N*cm]	2859,17	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine ($Et \cdot I / Clt$)
Dm [cm]	24,27	diametro medio del tubo
$Et \cdot I \cdot I / Dm^3$ [N*cm]	0,200	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine ($Et \cdot I / Clt$)
E_s [N/cm ²]	690	modulo elastico del terreno, da Tab.13.2

In presenza di sovraccarichi mobili deve risultare:

$\gamma_w \cdot H_w + R_w \cdot W_c / D + W_L / D$ [N/cm ²]	7,280	<= q _a	VERO
γ_w [N/cm ³] =	0,00981	peso specifico dell'acqua	
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo	
D [cm]	25	diametro esterno del tubo	
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica	
Wc [N/cm]	58,50	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza	
WL [N/cm]	123,49	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza	

In presenza di depressione interna deve risultare:

$\gamma_w \cdot H_w + R_w \cdot W_c / D + P_v$ [N/cm ²]	0,040	<= q _a	VERO
γ_w [N/cm ³] =	0,00981	peso specifico dell'acqua	
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo	
D [cm]	25	diametro esterno del tubo	
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica	
Wc [N/cm]	58,50	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza	
Pv [N/cm ²]	0	depressione interna tubo (press. atmosferica - press. assoluta interna)	

TUBAZIONI FLESSIBILI - (F.NERA tratto 9-8-7-6)

TUBO PVC Ø250mm SN8 SDR34 Hmax.ricoprimento 199cm

ANALISI DEI CARICHI

A) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

$Q_t = \gamma_t \cdot H \cdot D$ [N/m]	8955,00	carico verticale del suolo sul tubo [N/m]
γ_t [N/m ³]	18000	peso specifico del reinterro
H [m]	1,99	altezza ricoprimento (differenza fra quota strada e quota generatrice sup. tubo)
D [m]	0,25	diametro esterno del tubo
W_c [N/cm]	89,55	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

B) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

$Q_m = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	7396,20	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti [N/m]
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	25709,05	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,25	diametro esterno del tubo
H [m] =	1,99	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,151	fattore dinamico
W_L [N/cm]	73,96	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI FLESSIBILI

1) VERIFICA DELL'INFLESSIONE DIAMETRALE

$$\Delta y \text{ [cm]} = \frac{(D_e \cdot W_c + W_L) \cdot K_x \cdot r_m^3}{E_t I^* I + 0,061 \cdot K_a \cdot E_s \cdot r_m^3} + \Delta a \quad \boxed{0,65} \quad \text{inflessione verticale del tubo (cm)}$$

De =	1,5	fattore di ritardo di inflessione Tab.13.4
Wc [N/cm]	89,55	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza
WL [N/cm]	73,96	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza
Kx	0,103	coeff. d'inflessione Tab.13.5
D [cm]	25	diametro esterno del tubo
s [cm]	0,73	spessore del tubo
Di [cm]	23,54	diametro interno del tubo
Dm [cm]	24,27	diametro medio del tubo
rm [cm]	12,14	raggio medio del tubo
RG [N/cm ²]	0,400	indice di rigidità trasversale a lungo termine
Et*I [N*cm]	5718	fattore di rigidità trasversale della tubazione iniziale (RG*Dm ³)
Clt	2	coefficiente di lungo termine da Tab.13.1 (rapporto modulo elastico iniziale / modulo elastico differito)
Et*I*I [N*cm]	2859,17	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine (Et*I/Clt)
Es [N/cm ²]	690	modulo elastico del terreno, da Tab.13.2
Ka	0,75	parametro da inflessione media a inflessione massima, da Tab.13.6
Δa	0	parametro da inflessione media a inflessione massima, da Tab.13.6
Δy/Di	0,027	il rapporto deve essere inferiore a 0,05 (5%)

VERO

2) VERIFICA DELLA SOLLECITAZIONE MASSIMA FLESSIONE

$\sigma = Df \cdot Et \cdot (\Delta y / D) \cdot (s / D)$ [N/cm ²]	453,29	tensione massima di flessione
Df	4	fattore di forma, da Tab.13.7
Et [N/cm ²]	150000	modulo elastico del tubo, da Tab.13.1
Δy [cm]	0,65	inflessione verticale del tubo (cm)
D [cm]	25	diametro esterno del tubo
s [cm]	0,73	spessore del tubo
σ_{lim} [N/cm ²]	2000	tensione limite ultima
σ_{lim} / σ	4,41	il rapporto deve essere superiore a 1,5 (coefficiente di sicurezza)

VERO

3) VERIFICA ALL'INSTABILITA' ALL'EQUILIBRIO ELASTICO

$$q_a \text{ [N/cm}^2\text{]} = (1/FS) \cdot (32 \cdot R_w \cdot B \cdot E_s \cdot Et \cdot I / Dm^3)^{1/2}$$

26,58

pressione ammissibile di Buckling

FS	2,5	fattore di progettazione
H [cm]	199	altezza di ricoprimento (reinterro)
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo
e =	2,718	numero di Eulero
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica
$B' = 1 / (1 + 4 \cdot e^{-0,213H})$	1,000	coefficiente empirico di supporto elastico
$Et \cdot I$ [N*cm]	2859,17	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine ($Et \cdot I / Clt$)
Dm [cm]	24,27	diametro medio del tubo
$Et \cdot I / Dm^3$ [N*cm]	0,200	fattore di rigidità trasversale della tubazione a lungo termine ($Et \cdot I / Clt$)
E_s [N/cm ²]	690	modulo elastico del terreno, da Tab.13.2

In presenza di sovraccarichi mobili deve risultare:

$\gamma_w \cdot H_w + R_w \cdot W_c / D + W_L / D$ [N/cm ²]	6,540	$\leq q_a$	VERO
γ_w [N/cm ³] =	0,00981	peso specifico dell'acqua	
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo	
D [cm]	25	diametro esterno del tubo	
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica	
Wc [N/cm]	89,55	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza	
WL [N/cm]	73,96	carico mobile sul tubo per unità di lunghezza	

In presenza di depressione interna deve risultare:

$\gamma_w \cdot H_w + R_w \cdot W_c / D + P_v$ [N/cm ²]	0,040	$\leq q_a$	VERO
γ_w [N/cm ³] =	0,00981	peso specifico dell'acqua	
Hw [cm]	0	altezza superficie libera falda sulla sommità del tubo	
D [cm]	25	diametro esterno del tubo	
$R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w / H)$	1,000	fattore di spinta idrostatica	
Wc [N/cm]	89,55	carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza	
Pv [N/cm ²]	0	depressione interna tubo (press. atmosferica - press. assoluta interna)	

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 16-19)

TUBO cls Ø300mm Hmin ricoprimento = 55 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	5,57	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,71	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,55	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,055	spessore del tubo
H [m] =	0,495	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,614	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]	3,65
--	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	4,34	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,615	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,55	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,055	spessore del tubo
H [m] =	0,495	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo

$$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

1,434

<u>Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]</u>	4,34
---	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	72566,38	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	110202,05	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,495	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,606	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	72,566	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	520,92	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	0,521	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-1,207	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,505	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,41	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-1,207	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	76,218	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	---------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

135,00
0,30
40,50
141,75

carico di rottura per schiacciamento

carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

1,860
VERO

coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

76,218

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

135,00

diametro del tubo [m]

0,30

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

27,14

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

94,97

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

1,246
VERO

coefficiente di sicurezza alla fessurazione
verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 16-19)

TUBO cls Ø300mm Hmax ricoprimento = 79 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$

FALSO

2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$

FALSO

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	7,79	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,71	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,79	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,055	spessore del tubo
H [m] =	0,735	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,858

coefficiente di carico del terreno
nella posa trincea stretta

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]

5,42

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	7,81	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,615	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,79	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,055	spessore del tubo
H [m] =	0,735	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo

$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$

2,581

Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]

7,81

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	42075,55	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	72877,42	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,41	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,735	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,408	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	42,076	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	520,92	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,3	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	0,521	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-0,241	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,265	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,41	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-0,241	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	50,166	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	---------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

135,00	
0,30	
40,50	carico di rottura per schiacciamento
141,75	carico di rottura in trincea

2,826	coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
VERO	verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

50,166

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

135,00

diametro del tubo [m]

0,30

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

27,14

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

94,97

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

1,893
VERO

coefficiente di sicurezza alla fessurazione
verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 15-15b-15c-16)

TUBO cls armato Ø500mm Hmin ricoprimento = 61 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	8,22	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,61	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,517	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]	6,22
--	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	5,31	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,61	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

0,721

<u>Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]</u>	5,31
---	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	100166,97	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	100614,15	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,556	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	100,167	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-0,879	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,46	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-0,879	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	106,048	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	----------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

150,00
0,50
75,00
262,50

carico di rottura per schiacciamento

carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

2,475
VERO

coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

106,048

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

1,658

coefficiente di sicurezza alla fessurazione

VERO

verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 15-15b-15c-16)

TUBO cls armato Ø500mm Hmax ricoprimento = 75 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	10,08	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,75	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,634	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]	7,83
--	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	8,48	
γ_t [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,75	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

1,150

<u>Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]</u>	8,48
---	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	72916,49	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	79054,86	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,441	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	72,916	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	0,000	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,32	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	0,000	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	82,839	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	---------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

150,00
0,50
75,00
262,50

carico di rottura per schiacciamento

carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

3,169
VERO

coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

82,839

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

2,123
VERO

coefficiente di sicurezza alla fessurazione
verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 15-14-13-17)

TUBO cls armato Ø500mm Hmin ricoprimento = 50 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	6,69	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,5	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,43	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,420	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]	4,95
--	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	2,83	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,5	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,43	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

0,384

<u>Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]</u>	2,83
---	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	138732,81	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	127686,45	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,43	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,698	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	138,733	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-1,570	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,57	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-1,570	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	141,438	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	----------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

150,00	
0,50	
75,00	carico di rottura per schiacciamento
262,50	carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

1,856	coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
VERO	verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

141,438

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

1,243

VERO

coefficiente di sicurezza alla fessurazione
verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA tratto 15-14-13-17)

TUBO cls armato Ø500mm Hmax ricoprimento = 75 cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Q_{st} [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

$Q_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$ [KN/m]	10,08	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,75	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
$\tan(\rho)$	0,754	
$\tan(\rho')$	0,754	

$$C_t = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,634	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

$Q_{st} = \gamma_t \cdot D \cdot H$ [KN/m]	7,83
--	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Q_{ewt} [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

$Q_{ewt} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$ [KN/m]	8,48	
γ_t [KN/m³] =	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,75	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$$C_e = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

1,150

<u>Q_{st} o Q_{ewt} assunto [KN/m]</u>	8,48
---	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE E AUTOSTRADE)

$P_{vc} = p_v \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	72916,49	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$p_v = 52810 \cdot H^{-1,0461}$	79054,86	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio HT60 [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,68	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,441	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	72,916	

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$P_a = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Q_w = \gamma_w \cdot (H_w + D/2) \cdot D$ [kN/m]	0,000	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
H_w [m] =	-0,32	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	0,000	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

Qtot = Qst+Pvc+Pa+Qw [kN/m]	82,839	risultante dei carichi ovalizzanti
------------------------------------	---------------	------------------------------------

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo	K = 3,50	coeff.di posa Fig. 13.4
-----------	-----------------	-------------------------

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [kN/m²]

diametro del tubo [m]

Q = classe di resistenza [kN/m²] * diametro[m]

Qr = K*Q [kN/m]

150,00	
0,50	
75,00	carico di rottura per schiacciamento
262,50	carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$\mu = Q_r / Q_{tot}$

3,169	coefficiente di sicurezza allo schiacciamento
VERO	verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

82,839

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa
posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

$$Q = \text{classe di resistenza [KN/m}^2\text{]} \cdot \text{diametro[m]} \cdot 0,67$$

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K \cdot Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

2,123
VERO

coefficiente di sicurezza alla fessurazione
verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA trato 17-18)

TUBO cls armato Ø500mm Hmin ricoprimento = 45m

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$

FALSO

2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$

FALSO

Qst [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

Qst=Ct*yt*B² [KN/m]	5,97	
yt [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,45	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,38	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
tg(ρ)	0,754	
tg(ρ')	0,754	

$$Ct = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,375

coefficiente di carico del terreno
nella posa trincea stretta

Qst=yt*D*H [KN/m] **4,38**

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Qewt [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

Qewt=Ce*yt*D² [KN/m]	1,70	
yt [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,45	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,38	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$Ce = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$

0,230

Qst o Qewt assunto [KN/m]

1,70

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE DISTRIBUITO (STRADE CARRARECCE)

$Pvd = Cd \cdot pd \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	51013,48	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$Cd = 0,215 \cdot H^{-1,489}$	0,9081	coefficiente di sovraccarico mobile per il mezzo cingolato con $pd=49050 \text{ N/m}^2$ e orma $0,45 \times 2,15 \text{ m}^2$
pd [N/m ²] =	49050	sovraccarico mobile distribuito di un mezzo cingolato
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H' [m] =	0,45	ricoprimento sulla generatrice del tubo interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,38	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,789	fattore dinamico
Pvd [KN/m] =	51,013	

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE CARRARECCE)

$Pvc = pv \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	53232,59	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$pv = 10700 \cdot H^{-1,518}$	46480,66	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio LT6 (massa 6t; 2 assi; sovraccarico ruota anteriore 1000Kgf; sovraccarico ruota posteriore 2000Kgf) [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,38	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,789	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	53,233	

Nota: si assume Pvc [N/m] quale valore maggiore fra i 2 calcolati sopra (Pvd o Pvc)

Pvc assunto [KN/m] = 53,233

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$Pa = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Qw = \gamma_w \cdot (Hw + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-1,884	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m ³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
Hw [m] =	-0,62	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-1,884	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

54,494

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

Q = classe di resistenza [KN/m²] * diametro[m]

75,00

carico di rottura per schiacciamento

$$Q_r = K * Q \text{ [KN/m]}$$

262,50

carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

4,817

coefficiente di sicurezza allo schiacciamento

VERO

verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

54,494

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

Q = classe di resistenza [KN/m²] * diametro[m] * 0,67

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K * Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

3,227

coefficiente di sicurezza alla fessurazione

VERO

verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

TUBAZIONI RIGIDE (F. BIANCA trato 17-18)

TUBO cls armato Ø500mm Hmax ricoprimento = 61cm

ANALISI DEI CARICHI

1) CALCOLO DEL CARICO VERTICALE DEL SUOLO SUL TUBO

A) POSA IN TRINCEA STRETTA

Trincea stretta se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) $B \leq 2D$ e $H \geq 1,5B$ **FALSO**
2) $2D < B < 3D$ e $H > 3,5B$ **FALSO**

Qst [N/m] carico verticale sul tubo (si assume il valore maggiore dei 2 calcolati sotto)

Qst=Ct*yt*B² [KN/m]	8,22	
yt [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,94	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,61	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
ρ [gradi] =	37	angolo attrito interno del reinterro Tab. 13.3
ρ' [gradi] =	37	angolo attrito tra reinterro e terreno naturale
e =	2,718	numero di Eulero
$k = \tan^2(45 - \rho/2)$	0,249	
tg(ρ)	0,754	
tg(ρ')	0,754	

$$Ct = \frac{1 - e^{-2K(H/B) \cdot \tan(\rho')}}{2 \cdot K \cdot \tan(\rho')}$$

0,517	coefficiente di carico del terreno nella posa trincea stretta
-------	---

Qst=yt*D*H [KN/m]	6,22
--------------------------	-------------

B) POSA IN TRINCEA LARGA

Qewt [N/m] carico verticale del suolo sul tubo

Qewt=Ce*yt*D² [KN/m]	5,31	
yt [KN/m³]=	18	peso specifico del reinterro
B [m] =	0,96	larghezza della trincea a livello generatrice superiore tubo
H' [m] =	0,61	ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo all'interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo

$$Ce = 1,961 \cdot (H/D) - 0,934$$

0,721

Qst o Qewt assunto [KN/m]	5,31
----------------------------------	-------------

2) CARICO DOVUTO A SOVRACCARICHI MOBILI DISTRIBUITI E CONCENTRATI

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE DISTRIBUITO (STRADE CARRARECCE)

$Pvd = Cd \cdot pd \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	26278,99	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$Cd = 0,215 \cdot H^{-1,489}$	0,5382	coefficiente di sovraccarico mobile per il mezzo cingolato con $pd=49050 \text{ N/m}^2$ e orma $0,45 \times 2,15 \text{ m}^2$
pd [N/m ²] =	49050	sovraccarico mobile distribuito di un mezzo cingolato
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H' [m] =	0,61	ricoprimento sulla generatrice del tubo interno
s [m] =	0,07	spessore del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,556	fattore dinamico
Pvd [KN/m] =	26,279	

EFFETTO DI UN SOVRACCARICO MOBILE CONCENTRATO (STRADE CARRARECCE)

$Pvc = pv \cdot D \cdot \varphi$ [N/m]	27144,11	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto a sovraccarichi mobili distribuiti
$pv = 10700 \cdot H^{-1,518}$	27265,29	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo, dovuta al transito di un convoglio LT6 (massa 6t; 2 assi; sovraccarico ruota anteriore 1000Kgf; sovraccarico ruota posteriore 2000Kgf) [N/m]
D [m] =	0,64	diametro esterno del tubo
H [m] =	0,54	altezza di ricoprimento
$\varphi = 1 + (0,3/H)$	1,556	fattore dinamico
Pvc [KN/m] =	27,144	

Nota: si assume Pvc [N/m] quale valore maggiore fra i 2 calcolati sopra (Pvd o Pvc)

Pvc assunto [KN/m] = 27,144

3) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA MASSA DELL'ACQUA CONTENUTA NEL TUBO

$Pa = 5788 \cdot d^2$ [N/m]	1447,00	carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per 3/4 (UNI7517)
d [m] =	0,5	diametro interno del tubo
Pa [KN/m] =	1,447	

4) CALCOLO DEL CARICO DOVUTO ALLA PRESSIONE IDROSTATICA ESTERNA

Quando la canalizzazione è posta sotto la falda idrica

$Qw = \gamma_w \cdot (Hw + D/2) \cdot D$ [kN/m]	-0,879	carico dovuto alla pressione idrostatica esterna
γ_w [kN/m ³] =	9,81	peso specifico dell'acqua
Hw [m] =	-0,46	altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione
D [m] =	0,64	diametro esterno della canalizzazione
Qw [KN/m] =	-0,879	

VERIFICA STATICA DI TUBAZIONI RIGIDE

1) VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

33,025

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di rottura in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

Q = classe di resistenza [KN/m²] * diametro[m]

75,00

carico di rottura per schiacciamento

$$Q_r = K * Q \text{ [KN/m]}$$

262,50

carico di rottura in trincea

Verifica allo stato limite ultimo di resistenza

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

7,949

coefficiente di sicurezza allo schiacciamento

VERO

verifica soddisfatta se $\mu > 1,5$

2) VERIFICA A FESSURAZIONE

Calcolo della risultante dei carichi ovalizzanti

$$Q_{tot} = Q_{st} + P_{vc} + P_a + Q_w \text{ [KN/m]}$$

33,025

risultante dei carichi ovalizzanti

Valutazione del coefficiente di posa

posa tipo

K =

3,50

coeff.di posa Fig. 13.4

Calcolo del carico di fessurazione in trincea

classe di resistenza del tubo [KN/m²]

150,00

diametro del tubo [m]

0,50

Q = classe di resistenza [KN/m²] * diametro[m] * 0,67

50,25

carico di fessurazione

$$Q_{cr} = K * Q \text{ [KN/m]}$$

175,88

carico di fessurazione in trincea

Verifica alla fessurazione

$$\mu = Q_r / Q_{tot}$$

5,326

coefficiente di sicurezza alla fessurazione

VERO

verifica soddisfatta se $\mu > 1,2$

SOLETTA IN C.A. CONFORMATA AD ARCO SU CONDOTTE CON RICOPRIMENTO INFERIORE A 70 CM.

Si considera una soletta con forma ad arco a ricoprimento della Condotta, nei tratti in cui il ricoprimento ha spessore inferiore a 70cm.

Per il calcolo si considera un ricoprimento alla generatrice del tubo di circa 30 cm, pertanto un ricoprimento sulla sommità centrale della soletta di circa 20 cm.

Il calcolo è stato eseguito prendendo a riferimento le *NTC 2018 (SLU) + prescrizioni dell'ente gestore IRETI (soletta con tratti indipendenti, larghezza $\geq$ trincea + 20 cm/parte)*

Geometria:

Luce tra appoggi (larghezza trincea utile): $l = 1,10$ m.

Arco simmetrico, freccia (asse medio): $f = 0,25$ m (raggio $R = 0,73$ m).

Spessore minimo soletta: $t = 0,10$ m;

larghezza di calcolo: $b = 1,00$ m.

Tratti soletta indipendenti: $L \leq 1,5$ m; larghezza $\geq$ trincea + 0,20 m/parte.

Materiali Soletta:

cls C20/25 ($f_{cd} \approx 11,3$ Mpa);

acciaio B450C.

Azioni:

Ricoprimenti sopra la soletta: $H_s = 0,20$ m.

Permanenti:

- peso proprio soletta: $25 \cdot 0,10 = 2,50$ kN/m²

- terreno: $0,20 \cdot 18 = 3,60$ kN/m²

- pacchetto bitumato: $0,10 \cdot 24 = 2,40$ kN/m²

$G_k = 8,50$ kN/m²

Traffico:

HT60 (legge attenuativa già adottata per le tubazioni):

$p_v(H_s) = 52810 \cdot H_s^{-1,0461}$

Con $H_s = 0,20$: $p_v(0,20) = 284,4$ kPa;

con fattore dinamico $\phi = 1,5$: $Q_k = \phi \cdot p_v = 426,6$ kN/m².

Combinazione SLU:

$\gamma_G = 1,3$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$q_d = 1,3 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k \approx 650,9 \text{ kN/m}^2;$$

per banda unitaria: carico lineare $q = 650,9 \text{ kN/m}$.

Analisi ad arco (due cerniere):

Spinta orizzontale del funicolare parabolico: $H = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = 650,9 \cdot 1,10^2 / (8 \cdot 0,25) = 393,8 \text{ kN}$.

Momento massimo da scarto di forma: $M_{\max} = H \cdot \Delta y_{\max} = 393,8 \cdot 0,0129 = 5,08 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (per m di soletta).

Sezione resistente (per m): $A = b \cdot t = 0,10 \text{ m}^2$, $W = (b \cdot t^2) / 6 = 0,001667 \text{ m}^3$.

Stato tensionale (compressione positiva):

$$\sigma_0 = H/A = 3,94 \text{ MPa};$$

$$\sigma_b = M/W \approx 3,05 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \sigma_b = 6,99 \text{ MPa} \ll f_{cd} = 11,3 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK (SLU)}.$$

Controllo del nucleo centrale (assenza di trazione):

$e = M/H = \Delta y_{\max} \approx 12,9 \text{ mm} < t/6 = 16,7 \text{ mm}$ (linea di pressione nel terzo medio , quindi nessuna trazione).

Reazioni agli appoggi:

Reazione verticale per appoggio: $V = q \cdot l/2 = 650,9 \cdot 1,10/2 = 358,0 \text{ kN/m}$.

Conclusioni:

Con $t = 10 \text{ cm}$, $l = 1,10 \text{ m}$, $f = 0,25 \text{ m}$, $H_s = 0,20 \text{ m}$ e HT60, la soletta lavora interamente in compressione (autosufficiente anche senza armatura):

$$- \sigma_{\max} = 6,99 \text{ MPa} < f_{cd} (11,3 \text{ MPa})$$

$$- e = 12,9 \text{ mm} < t/6 = 16,7 \text{ mm} \text{ (nessuna trazione).}$$

I TECNICI:

Dott. Ing. Patrizia Cremaschi

Dott. Ing. Nicola Cremaschi

Dati relativi a sottobacino		Dati relativi ad asta fognaria bianca				
Area complessiva del singolo sottobacino	Impermeabilità stimata (%imp)	Codice identificativo	Nodo di monte	Quota assoluta del terreno al nodo di monte	Quota assoluta di scorrimento al nodo di monte	Nodo di valle
742.35	99.01	19-16	19	99.78	98.94	16
0	0.00	16-15c	16	99.98	98.88	15c
1223.75	67.93	15c-15b	15c	99.99	98.8	15b
35.89	100.00	15b-15	15b	99.98	98.73	15
3033.09	76.69	15-14	15	99.97	98.71	14
2742.26	76.43	14-13	14	99.71	98.61	13
1257.23	25.74	13-17	13	99.55	98.55	17
0	0.00	17-18	17	99.58	98.47	18

a cui il singplo sottobacino afferisce diretttamente

Quota assoluta del terreno al nodo di valle	Quota assoluta di scorrimento al nodo di valle	Lunghezza dell'asta	Materiale adottato	Diametro nominale (DN)	Classe di resistenza
99.98	98.88	31	CCA	300	135
99.99	98.8	43.15	CCA	500	150
99.98	98.73	30.25	CCA	500	150
99.97	98.71	13	CCA	500	150
99.71	98.61	51.65	CCA	500	150
99.55	98.55	30	CCA	500	150
99.58	98.47	32.3	CCA	500	150
99.38	98.43	8.7	CCA	500	150

Dati relativi ad asta fognaria nera						
Numero di abitanti equivalenti (AE) afferenti	Nodo di monte	Quota assoluta del terreno al nodo di monte	Quota assoluta di scorrimento al nodo di monte	Nodo di valle	Quota assoluta del terreno al nodo di valle	Quota assoluta di scorrimento al nodo di valle
54	6	99.68	98.14	7	99.78	97.96
108	7	99.78	97.96	8	99.98	97.74

Lunghezza dell'asta	Materiale adottato	Diametro nominale (DN)	Classe di resistenza
35.2	PVC	235.4	SN8
43.7	PVC	235.4	SN8