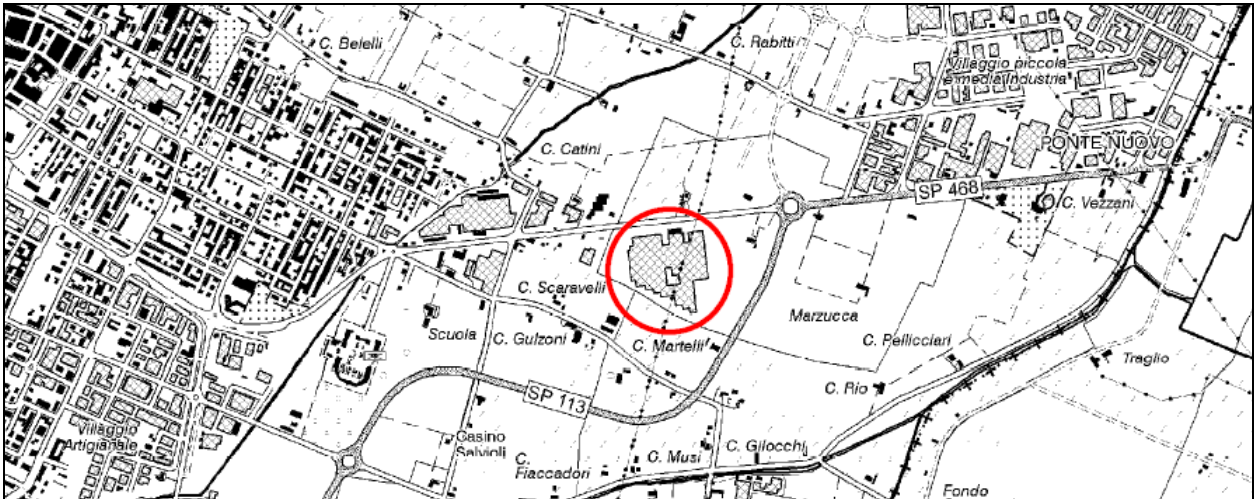


COMUNE DI CORREGGIO
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

PIANO PARTICOLAREGGIATO PER ESPANSIONE
AREA INDUSTRIALE SPAL AUTOMOTIVE

PROGETTISTI: ENERPLAN S.R.L.
COMMITTENTE: SPAL AUTOMOTIVE S.R.L.

RELAZIONE IDRAULICA



DOTT. GEOL. ALESSANDRO MACCAFERRI
V.LE CADUTI IN GUERRA 1- 41121 MODENA
☎ 059-226540



FEBBRAIO 2018

DOTT. ALESSANDRO MACCAFERRI
- GEOLOGO -

Studio:

V.le Caduti in Guerra 1
41121 Modena
Tel: 059-226540 - Fax: 059-4398943
Cell. 335-7053511 - E-mail: maccafe@tin.it

Modena 13/02/2018

RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTO: Piano Particolareggiato per l'espansione di area industriale

REGIONE: Regione Emilia Romagna

PROVINCIA: Reggio Emilia

COMUNE: Correggio

LOCALITA': Capoluogo

UBICAZIONE: Via Per Carpi 26/B

PROGETTISTI: Enerplan S.r.l.

COMMITTENTE: SPAL Automotive S.r.l.

RIFERIMENTI NORMATIVI: Delibera DGR 1300/2016 RER – PTCP Provincia di Reggio Emilia – PSC Comune di Correggio – PAI e PPGR Autorità di bacino

RELAZIONE REDATTA AD USO: Approvazione P.P.

INDICE

1	Premessa.....	4
2	Inquadramento geografico.....	7
3	Inquadramento geologico-morfologico.....	7
4	Considerazioni di fattibilità idraulica.....	11
4.1	Analisi idrauliche.....	14
4.2	Calcolo della portata massima defluente nel Condotto Giuliani.....	14
4.2.1	Calcolo del volume di esondazione.....	15
4.2.2	Calcolo del massimo tirante di esondazione.....	16
4.3	Accorgimenti tesi alla riduzione del rischio idraulico.....	16
5	Invarianza idraulica.....	17
5.1	Analisi dello stato di fatto.....	18
5.2	Calcolo della portata massima defluibile dalla bocca tarata – Stato di Fatto.....	20
5.3	Descrizione dell'intervento di ampliamento.....	22
5.4	Superficie territoriale e coefficiente di deflusso medio.....	23
5.5	Rete fognaria acque bianche.....	26
5.6	Bocca tarata a sezione costante.....	26
5.7	Portata di invarianza idraulica allo scarico – quota parte ampliamento.....	28
5.8	Portata di invarianza idraulica totale.....	28
5.9	Tempo di ritorno di progetto.....	29
5.10	Linee segnalatrici di pioggia.....	29
5.11	Calcolo del volume di invarianza – metodi semplificati.....	30
5.11.1	Metodo delle sole piogge.....	30
5.11.2	Metodo cinematico.....	31
5.11.3	Metodo invasivo – formulazione Meriggi.....	31
5.12	Volume di progetto.....	33
5.13	Dimensionamento della bocca tarata di progetto.....	33
5.14	Studio idrologico idraulico.....	34
5.14.1	Durate critiche.....	34
5.14.2	Ietogrammi di progetto.....	34
5.14.3	Modello idrologico idraulico - descrizione del codice di calcolo.....	34
5.14.4	Modellazione dei manufatti particolari.....	35
5.14.5	Calcolo del deflusso superficiale.....	35
5.14.6	Aree drenanti e coefficienti di deflusso.....	36
5.14.7	Condizioni al contorno.....	36
5.14.8	Parametri utilizzati.....	36
5.14.9	Analisi dei Risultati.....	37
6	Dati riassuntivi.....	38
7	Troppo pieno vasca di laminazione.....	38
8	Conclusioni.....	40

1 Premessa

Su incarico della committenza, SPAL Automotive, il sottoscritto Alessandro Maccaferri, geologo libero professionista iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna al n° 560, ha provveduto alla stesura del presente Studio idraulico inerente il dimensionamento del volume di laminazione per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica e la verifica della pericolosità idraulica associata al reticolo maggiore e minore in ottemperanza a quanto contenuto nella Delibera Regionale 1300/2016.

L'intervento in programma riguarda la realizzazione di un'espansione dell'attuale stabilimento della ditta SPAL posto a Correggio (RE) in Via per Carpi, 26. Tale espansione prevede la trasformazione di una superficie attualmente agricola di estensione pari a 3.3 ha. Attualmente lo scarico delle acque meteoriche avviene nel fosso tombato che corre lungo Via Carpi previa laminazione mediante una bocca tarata di dimensioni 23 x 27 cm.

Ai sensi della Delibera di GR 1300/2016, inerente il Piano di Gestione del Rischio da Alluvione, PGRA, si sono approfonditi gli aspetti idraulici dell'area in esame al fine di valutare la fattibilità della trasformazione urbanistica dell'area in esame e le conseguenti misure per il rispetto del principio di invarianza (art. 5.2 della Delibera).

Il PGRA, approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po con deliberazione n. 2/2016, è uno specifico piano di gestione del rischio da alluvione che discende dalla Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con il D.Lgs. 49/2010, che ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio in esame.

Il PGRA è stato elaborato sulla base della diagnosi di criticità derivante da Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni elaborate negli anni precedenti utilizzando le conoscenze e gli studi idraulici disponibili presso l'autorità di bacino, le Regioni ed i Comuni.

Il Piano, in linea generale, definisce per l'intero bacino del Fiume Po la strategia per la riduzione del rischio alluvioni, la tutela della vita umana e del patrimonio economico, culturale ed ambientale esposto a tale rischio, incardinandola su obiettivi operativi, declinati a loro volta in azioni strutturali e non strutturali.

La perimetrazione delle aree allagabili individuate dal PGRA non risulta perfettamente sovrapponibile alle aree allagabili rappresentate nel PAI (fasce fluviali ed aree in dissesto per fenomeni fluvio-torrentizi), pertanto, è stato predisposto un "Progetto di Variante al PAI" con scopo

di garantire la piena corrispondenza tra i contenuti conoscitivi risultanti dall'elaborazione del PGRA e la rappresentazione delle aree a diverso grado di pericolosità e rischio contenuta nel PAI, ed associare a queste aree le specifiche disposizioni previste dal medesimo piano.

In attuazione a quanto appena illustrato la Regione Emilia-Romagna ha emanato, con Delibera di Giunta Regionale n. 1300 del 01/08/2016, "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico [...]", da intendersi come prime indicazioni e indirizzi di carattere generale rivolte ai Comuni e agli Enti interessati nell'ambito dell'attuazione delle previsioni della pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica e concernenti l'attuazione del PGRA, nel periodo intercorrente tra la loro approvazione e l'emanazione delle disposizioni complete e definitive.

Tale anticipazione si è resa necessaria in risposta all'urgenza manifestata dai Comuni in sede di Conferenza Programmatica di avere indicazioni operative per l'applicazione delle misure di salvaguardia, nei procedimenti urbanistici ed edilizi, alle aree individuate nell'ambito delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del PGRA.

Pertanto, ai fini della prevenzione del rischio idraulico in riferimento alla Variante parziale al PP del comune di Correggio in esame, in adempimento a quanto previsto dalla suddetta Delibera di GR, si sono verificate le condizioni di pericolosità idraulica dell'area oggetto di Variante al PRG, e qualora necessarie, valutare le misure di mitigazione al fine di una riduzione del rischio, soprattutto riferito alla salvaguardia delle vite umane.



Figura 1 - Foto aerea del complesso industriale SPAL S.r.l. Fonte: Google Earth.

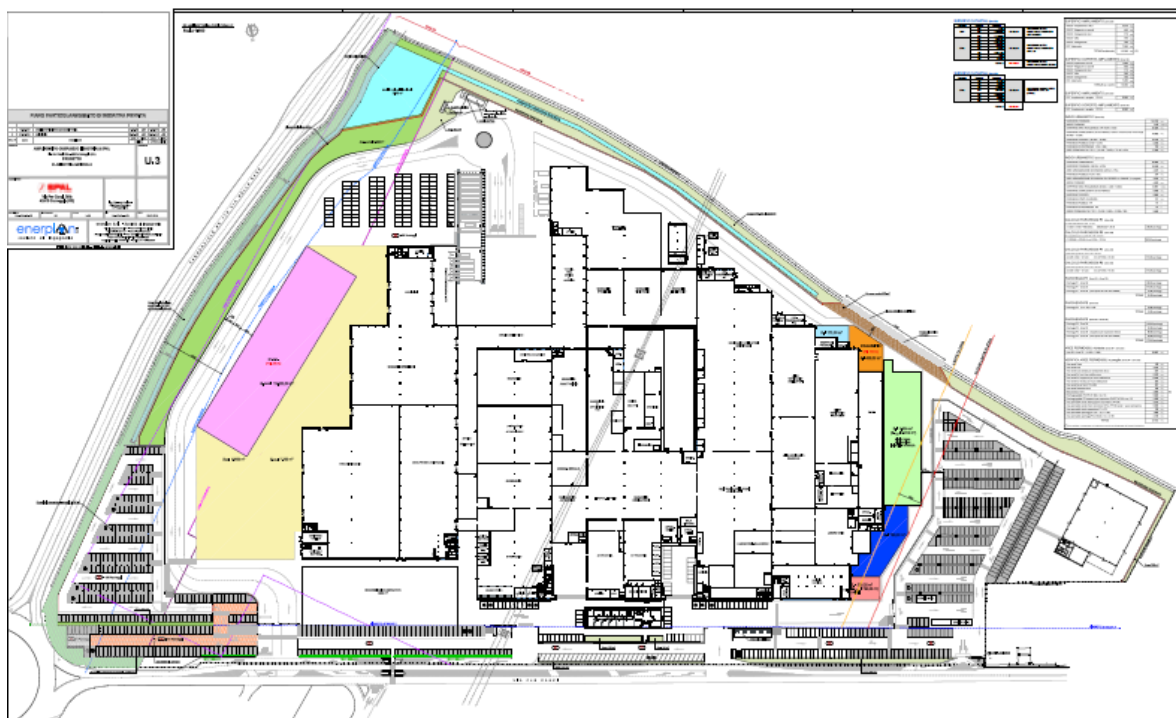


Figura 2 - Interventi in progetto per la realizzazione della vasca di laminazione.

2 Inquadramento geografico

L'area esaminata, oggetto della Variante parziale al PP del comune di Correggio, si colloca nel Comune di Correggio (RE), più precisamente lungo via per Carpi 26; siamo nella fascia di media pianura reggiana ad una quota media di circa 30 metri sul livello del mare.

Cartograficamente l'area è compresa nella Tavola in scala 1:25.000 della C.T.R. n. 201NO denominata "Correggio" (Allegato 1) e nell' Elemento sempre della C.T.R. in scala 1:5.000 n. 201022 denominato "Correggio Est" (Allegato 2).

3 Inquadramento geologico-morfologico

L'area oggetto di studio appartiene geologicamente al grande bacino subsidente Plio-Quaternario della Pianura Padana, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del Fiume Po, da quelle dei corsi d'acqua appenninici principali quali i fiumi Secchia e Panaro.

Tali depositi di origine continentale, qui principalmente riferibili al fiume Secchia, che scorre a est dell'area in esame, e ai corsi minori, quali il Crostolo e il Tresinaro, hanno una granulometria variabile, prevalentemente fine, costituita da argille elimi e relativi termini intermedi, e disposizione lenticolare, sono collocati su un substrato marino preolocenico, la cui profondità varia gradualmente dai 400 m nella

zona di Cavezzo, agli 80-100 m nella zona di Mirandola, a nord. Tale fatto concorda con la presenza di una forte subsidenza anche in tempi recenti che ha consentito l'ingressione marina e la deposizione di tali sedimenti, che ritroviamo a scarsa profondità dal substrato.

La subsidenza è testimoniata anche dall'elevato spessore dei sedimenti marini compresi sino alla base del Pliocene, variabile tra i 6000 m della zona a Sud ai 4000 m a Nord.

La copertura alluvionale, pleistocenica ed olocenica, è costituita da una sequenza monotona di argille e limi con sottili, rare e discontinue intercalazioni di sabbia medio-fine, sedi di acquiferi molto poveri, come riportato nella Carta Geologica della RER riportata in allegato 10.

Di sotto alla copertura alluvionale sono noti terreni sedimentari di origine marina, prevalentemente argillosi, subito sotto la copertura si ha un'alternanza di argille e sabbie, più sotto ancora la sequenza argillo-marnosa del Calabriano-Pliocene Superiore è ancora argille marnose del Pliocene Inferiore. Tali sedimenti sono considerati come il basamento per la circolazione delle acque.

Da un punto di vista strutturale, la Pianura reggiana, nella zona di Correggio è caratterizzata da una vasta struttura sinclinale sepolta nota in bibliografia come "Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", con orientamento ENE-SSO, che trova presso Bomporto la sua massima depressione.

Tale struttura si raccorda a Nord, attraverso una ripida monoclinale, con una struttura tettonica positiva nota con il nome di "Dorsale Ferrarese" in cui depositi quaternari si riducono ad uno spessore di poche decine di metri.

Il substrato, costituito da terreni marini, forma immediatamente a nord del territorio di San Prospero una particolare struttura tettonica attiva (anticlinale) che determina un inarcamento dei terreni (per piegamento) del substrato stesso, formando pertanto una specie di "collina sepolta".

Questa struttura tettonica attiva, nota con il nome di "Dorsale Ferrarese", continua verso W a Novi e Reggiolo e verso E a Ferrara e le Valli di Comacchio, ed è la responsabile degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, che hanno interessato la zona della bassa modenese e parzialmente anche quella reggiana.

La litologia superficiale del territorio in esame è prevalentemente una litologia dominata da litotipi fini quali argille e limi con relativi termini intermedi, come si evidenzia nella Carta geomorfologica della Provincia di Reggio Emilia riportata in allegato 4.

Anche da un punto di vista litostratigrafico, la zona in studio risulta caratterizzata da una dominante sequenza di terreni fini limo argillosi e argillo limosi, che si ripetono in maniera omogenea fino ai 50 metri indagati, che localmente presentano intercalazioni di terreni più grossolani, sabbiosi e sabbiosi limosi, di spessore decimetrico, come evidenziato nelle prove penetrometriche e nei sondaggi effettuati sull'area, in occasione di precedenti interventi edilizi alle profondità di circa 16 e 22 metri. Nello specifico dell'area in esame si rileva una dominante sequenza di terreni fini limo argillosi e argillo

limosi, all'interno della quale si ritrovano intercalazioni di terreni più grossolani, sabbiosi e sabbio limosi, di spessore metrico, come ad esempio tra 15/17 m, 22/25 m e 30/32 m; solo in due prove non si ritrova lo strato grossolano più superficiale, quello tra i 15/17 m di profondità.

Vi è da notare che superficialmente, i terreni prevalentemente grossolani, sabbiosi-limosi, corrispondono in genere alle zone topograficamente più rilevate e rappresentano paleoalvei dei corsi d'acqua sia principali sia minori, che divagavano in epoche recenti, mentre i terreni più fini, argillosi, corrispondono alle zone vallive.

Dal punto di vista geomorfologico, la pianura presenta aree più rilevate che corrispondono sia ad alvei fluviali attuali (alvei pensili) sia estinti (dossi fluviali) con prevalenza di terreni a granulometria grossolana, e zone più depresse in corrispondenza dei bacini interfluviali (valli) caratterizzate da terreni prevalentemente limosi ed argillosi. A tal proposito, a sud di Correggio si osservano alcuni tratti di paleoalvei a direttrice SO-NE, che con l'approssimarsi del capoluogo tendono a flettere in senso ovest-est. Assetti geomorfologici simili a quelli sopra descritti si denotano anche nelle zone orientali del capoluogo, dove i tratti di paleoalveo del Tresinaro, nell'area tra S. Martino in Rio e il Villaggio Piccola e Media Industria di Correggio, flettono verso oriente. Nello specifico, con riferimento alla Carta Geomorfologica del Quadro Conoscitivo del PSC (Piano Strutturale Comunale) di Correggio, di cui un estratto è riportato in Allegato 11, l'area in esame è interposta tra due paleodossi, uno ubicato a sud in corrispondenza del Cavo Tresinaro ed uno a nord del Cavo Argine; zone depresse, invece, si individuano a nord dell'asse stradale via per Carpi e nelle zone meridionali all'area in esame.

Morfologicamente, l'area oggetto di variante al PRG si presenta sub-pianeggiante, con pendenze molto blande verso NE, nell'ordine del 1-2 per mille, con quote medie del piano campagna di circa 28-29 metri s.l.m.

La morfologia dell'area di Variante in esame è semplice e tale da permettere la nuova destinazione urbanistica, per una sua futura edificazione.

Attualmente l'evoluzione geomorfologica dell'area è per lo più imputabile all'uomo, che con la propria azione ha in parte inibito i fattori morfogenetici naturali, assumendo un ruolo predominante nelle trasformazioni del paesaggio. L'area urbana in oggetto risulta già ampiamente edificata, per la quale non si rilevano problematiche particolari.

La zona in studio è caratterizzata da una falda freatica disposta in generale a profondità modesta dal piano di campagna, grosso modo sui 2/4 metri.

Tale falda, così detta libera, è caratterizzata da bassi valori di trasmissività, da una variabilità del proprio livello in stretta relazione con gli apporti meteorici e con la rete di canalizzazione, essendo alimentata prevalentemente per infiltrazione superficiale.

Trova oggi scarsa utilizzazione, viene captata con pozzi tradizionali e le sue acque vengono prevalentemente utilizzate per innaffiare orti e giardini o per rifornire modesti impianti di irrigazioni, raramente per abbeverare il bestiame, in nessun caso si fa uso idropotabile.

Nello specifico dell'area in esame si è valutata la profondità della falda nel foro delle prove penetrometriche eseguite in occasione di precedenti interventi edilizi, risultata compresa tra 1/1,5 metri dal piano campagna; non si esclude che in periodi particolarmente piovosi tale livello possa risalire ulteriormente fino ad interagire con le fondazioni dei futuri interventi edilizi.

In ogni caso, dato le caratteristiche litologiche-stratigrafiche prima descritte, si esclude che detta falda freatica possa risultare in comunicazione diretta con le sottostanti falde acquifere profonde; tale falda trova oggi, come detto, scarsa utilizzazione in relazione alla sua pessima qualità, sia dal punto di vista biologico che chimico, essendo usata più che altro, come detto, per innaffiare orti e giardini e comunque in nessun caso si fa uso idropotabile.

Nell'area in esame il drenaggio superficiale è assicurato dalla presenza della capillare rete fognaria urbana e più in generale, al di fuori dell'area urbana, dal sistema dei fossi superficiali di campagna, che complessivamente creano buone condizioni di deflusso delle acque meteoriche. Nello specifico dell'area in esame non si rilevano condizioni di drenaggio difficoltoso o di morfologia depressa. Da un punto di vista idrografico il corso d'acqua principale è rappresentato dal Fiume Secchia che scorre all'estremità orientale del territorio provinciale di Reggio Emilia, e dista più di 10 km dall'area in esame in direzione est.

Lo scolo delle acque superficiali nel territorio comunale di Correggio è garantito da numerosi cavi e scoline, facenti parte della rete di scolo delle acque alte e di quella delle acque basse, che recapitano le loro acque in alcuni collettori principali. Nelle vicinanze dell'area in esame (Allegato 9), i principali ricettori delle acque di scolo sono il Cavo Tresinaro ed il Cavo Argine, il primo scorre circa 650 m a sud-est dell'area in esame con direzione principale SO-NE, il secondo scorre parzialmente tombato circa 500 m a nord dell'area in esame sempre con direzione principale SO-NE. A questi due collettori principali si aggiungono numerosi collettori minori delle acque di scolo della pianura, tra cui il più limitrofo alla zona in oggetto è il Condotta Giuliani, situato lungo il confine meridionale dell'area. A tal proposito, la ditta ha chiesto il tombamento di un tratto del

Condotto Giuliani di lunghezza di circa 53 m, al fine di permettere lo spostamento a sud della strada che corre sul lato meridionale dell'area industriale poiché la viabilità esistente sarà parzialmente occupata dal nuovo capannone.

4 Considerazioni di fattibilità idraulica

La Giunta della Regione Emilia-Romagna ha approvato, con Delibera 1300/2016 del 01/08/2016, le prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale e urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015.

Con riferimento al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), il territorio comunale di Correggio ricade nel solo ambito territoriale "Reticolo Secondario di Pianura (RSP)", costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di Bonifica ed irrigui nella medio-bassa pianura padana, non ritrovando invece vincoli riferiti al RP reticolo principale di pianura (esempio fiume Secchia).

Per quanto riguarda la pericolosità da alluvione con riferimento al RSP, di cui un estratto cartografico è riportato in Allegato 3, l'area oggetto di variante al PRG, ricade in area interessata da alluvione poco frequente classificata come area a pericolosità idraulica media (P2), con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, nella quale, con riferimento al punto 5.2 della Delibera di GR 1300/2016, si devono applicare misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte e misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Infatti, per quanto riguarda il Reticolo Secondario di Pianura (RSP), le misure indicate dalla Variante PAI, dell'Autorità di Bacino, specificano che nelle "aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992 n. 225 e s.m.i."

La classificazione in zona P2 dell'area in esame è presumibilmente dovuta ai fossi e canali di scolo che scorrono nelle vicinanze, tipo i limitrofi Cavo Tresinaro, Cavo Argine, Condotta Giuliani e sua diramazione, che si diramano nel territorio della pianura reggiana e che contribuiscono a generare un moderato grado di pericolosità idraulica.

Per quanto riguarda la Mappa del rischio potenziale da alluvione con riferimento al RSP, realizzata sovrapponendo le classi di pericolosità di alluvioni alle classi di danno potenziale degli elementi esposti, di cui un estratto cartografico è riportato in Allegato 4, la zona oggetto di Variante al PRG in esame, ricade in area classificata a Rischio medio (R2).

Per questa classe di rischio sono possibili danni minori agli edifici, alle relative infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

Con riferimento al PAI, Piano per l'Assetto Idrogeologico, dell'Autorità di Bacino del Fiume Po vigente, l'area in oggetto ricade all'esterno della Fascia C, come evidenziato nell'estratto cartografico riportato in Allegato 6, per cui non sono previste alcun tipo di limitazioni.

Il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) della Provincia di Reggio Emilia individua cartograficamente le aree storicamente inondate dal 1936 al 2006 presenti nel territorio provinciale. In particolare, in Allegato 7 si riporta l'estratto della Tavola 6 del Quadro Conoscitivo "Carta delle aree storicamente inondate dal 1936 al 2006", nella quale si evidenzia come l'area in esame non sia stata storicamente inondata; nei dintorni, invece, generalmente in corrispondenza di aree morfologicamente più depresse si individuano alcune zone classificate come Aree Storicamente Inondate, per esempio in prossimità dell'abitato di Correggio, tra il capoluogo comunale e l'abitato di S. Biagio e ad est del Villaggio Industriale sul confine orientale del Comune.

A tale proposito si vuole precisare come, anche su informazione del Consorzio di Bonifica, l'area di Variante al PRG non sia mai stata in passato interessata da eventi di esondazione o allagamenti dovuti ai corsi d'acqua presenti, identificando un rischio effettivo sostanzialmente basso.

Nella Tavola 2.4 “Destinazioni di zona” del PRG, Piano Regolatore Generale, del Comune di Correggio, di cui un estratto è riportato in Allegato 8, l’area in esame ricade su due ambiti: “Zona D.9 – per grandi impianti industriali (Art. 79)” e “Zona E.1 – agricole normali (Art. 94)”.

Nella Zona D.9 sono comprese le aree produttive dei grandi impianti industriali e comprendono aree totalmente o parzialmente edificate o di espansione, tra cui l’impianto produttivo SPAL Automotive, S.r.l. contraddistinto dalla lettera D sulla Tav. 2.4 del PRG.

Alla Zona E.1 della stessa tavola del PRG appartengono le parti del territorio comunale destinate a confermare e sviluppare le proprie specifiche potenzialità produttive agricole in funzione dei più opportuni usi agricoli esistenti o potenziali del suolo; in tali zone sono consentiti tutti gli interventi edilizi ed urbanistici di cui agli artt. 89 e 90 delle norme del Piano.

Proprio perché l’intervento interesserà una zona agricola, al fine del rilascio dei permessi necessari, è in corso una Variante al PP, di cui la presente Relazione Idraulica ne rappresenta una integrazione.

Dal punto di vista idraulico, l’esame del PRG ha evidenziato che non sussistono condizioni escludenti o limitanti in merito alla futura destinazione urbanistica dell’area.

Pertanto da quanto sopra riportato si evidenzia per l’area oggetto di variante un rischio effettivo sostanzialmente basso, inoltre riferito al reticolo secondario, che comporta conseguenze comunque minime in caso di evento alluvionale.

In ogni caso, come prescritto alla Delibera 1300/2016 della GR della RER, al fine di ridurre/migliorare le condizioni di rischio idraulico, in merito ai futuri interventi edilizi, si sono valutati possibili accorgimenti e prescrizioni che ne guidino la progettazione esecutiva, tali per cui si possa ritenere mitigato il rischio idraulico e contestualmente aumentate le condizioni di sicurezza degli addetti, riducendo il danneggiamento dei beni e delle strutture.

In fase esecutiva la quota minima dei futuri interventi edilizi (piano terra) dovrà essere posta all’altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione (punto a.1).

La progettazione esecutiva dei futuri interventi edilizi non dovrà prevedere l’esecuzione di piani interrati (punto a.2).

Al fine di migliorare il deflusso delle acque di piena, nel caso di eventuale allagamento, la progettazione esecutiva dei futuri interventi edilizi dovrà prevedere più aperture, di cui almeno due

sui fronti opposti, in modo tale da evitare pericoli di accumulo all'interno dei fabbricati previsti (punto a.3).

4.1 Analisi idrauliche

Nel presente paragrafo si riassumono le analisi idrauliche tese alla definizione degli accorgimenti tecnici al fine di ridurre il rischio.

Per quanto riguarda il rischio indotto dal RSP (Reticolo Secondario di Pianura) si ritiene che la criticità idraulica che possa indurre l'allagamento del comparto sia relativa al Condotto Giuliani il più limitrofo alla zona in oggetto, situato lungo il confine meridionale dell'area, a poche decine di metri dall'area di intervento.

In particolare, si fa riferimento alla parziale occlusione del tombamento/attraversamento stradale provinciale SP113 (si veda la successiva figura per l'inquadratura planimetrica).

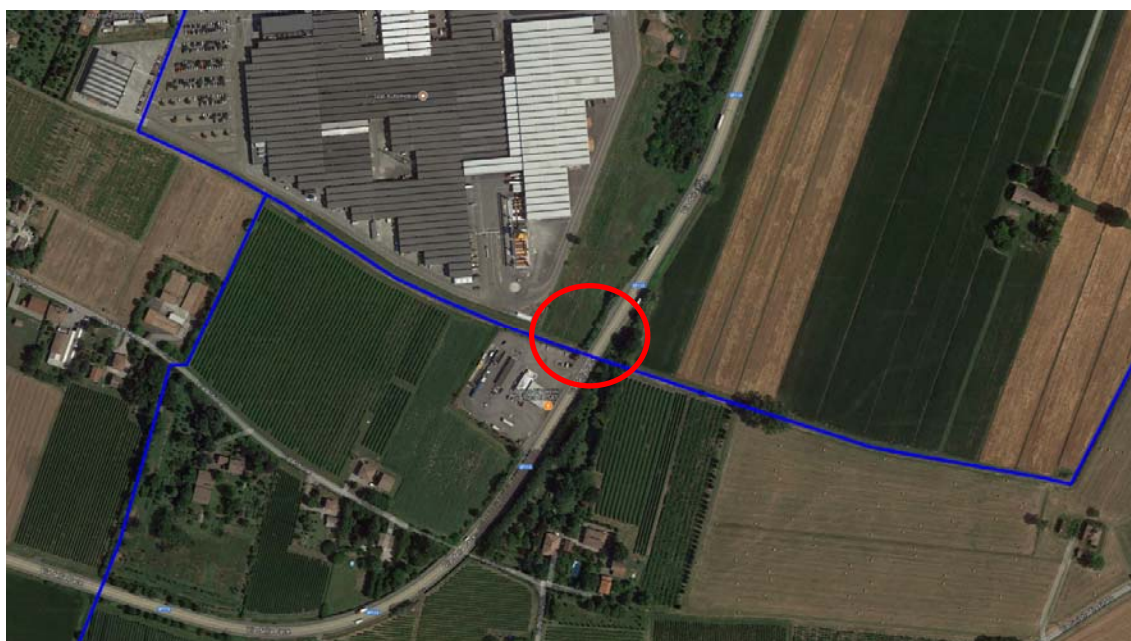


Figura 3: inquadramento planimetrico tombamento Condotto Giuliani

4.2 Calcolo della portata massima defluente nel Condotto Giuliani

L'efficienza idraulica del nuovo collettore è stata calcolata in via preliminare tramite la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot (R \cdot i)^{0.5}$$

dove:

- A = l'area della sezione occupata dall'acqua;
- R = A/B Raggio idraulico;

- B = Contorno bagnato;
- i = pendenza di fondo; si è considerata la minima pendenza del tracciato pari allo 0.1 %;
- $X = K_s (R^{1/6})$ coefficiente di scabrezza; K_s indica la scabrezza secondo Strickler

Per il calcolo della massima portata defluente nel canale si è adottata la scala di moto uniforme per sezione trapezia di base minore 200 cm, altezza 150 cm, base maggiore 400 cm, scabrezza $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ e pendenza pari allo 0.1 % otteniamo una portata defluente a massimo riempimento di 3.5 mc/s.

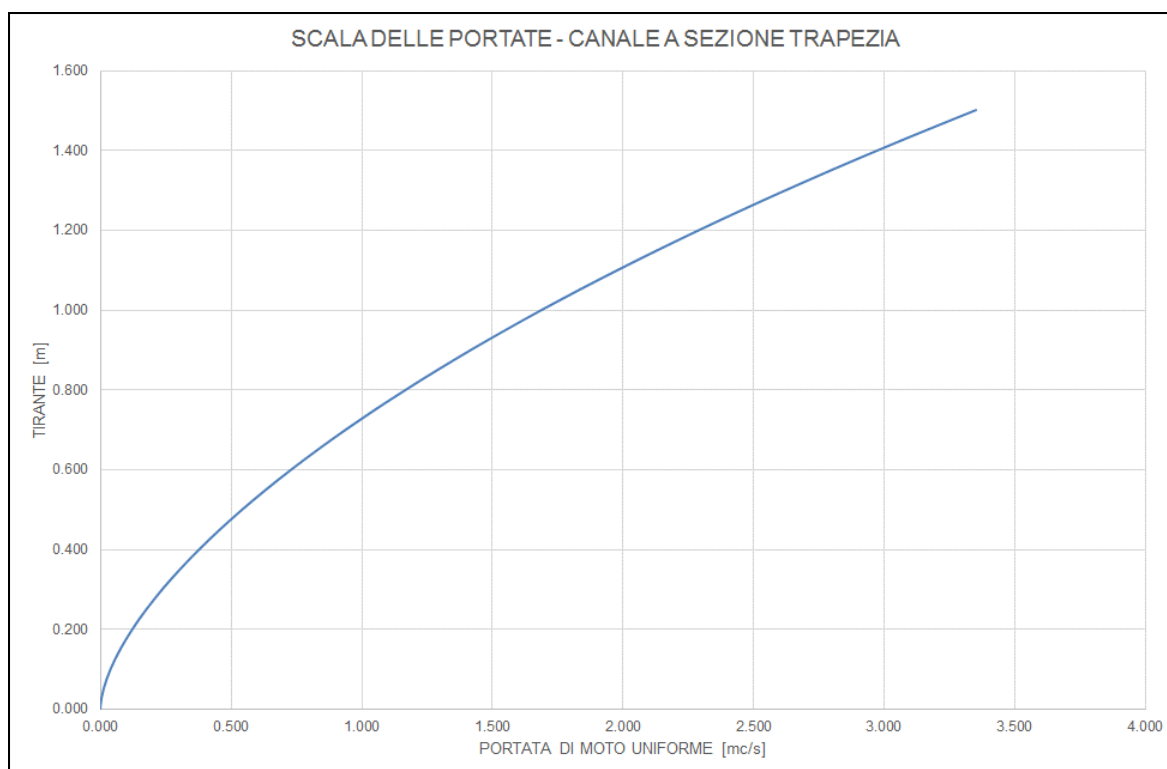


Figura 4: scala di moto uniforme sezione trapezia – Condotto Giuliani tratto a cielo aperto

4.2.1 Calcolo del volume di esondazione

Il calcolo del volume di esondazione è condotto in modo semplificata ipotizzando che:

- la portata massima in condizioni di parziale ostruzione del tratto tombato di attraversamento della SP113 sia pari a 1.75 mc/s pari al 50 % della massima portata di moto uniforme.;
- l'idrogramma associato all'evento critico abbia forma triangolare con durata 5 ore e portata massima pari a 3 mc/s.

Il volume esondato può essere calcolato in via preliminare graficando l'idrogramma triangolare descritto in precedenza e la portata massima defluente attraverso l'attraversamento (1.75 mc/s). L'area sottesa di colore blu rappresentata nel successivo grafico indica il volume di esondazione. Il volume che si ottiene è pari a 4500 mc.

4.2.2 Calcolo del massimo tirante di esondazione

Noto il volume esondato (4500 mc) e nell'ipotesi estremamente cautelativa che l'acqua esondata allaghi esclusivamente il comparto oggetto della presente analisi è possibile dedurre il tirante medio di allagamento.

Dato che il comparto ha una estensione totale allagabile di circa 16 ha otteniamo, a fronte di 4500 mc esondati, un tirante medio di esondazione pari a 3 cm.

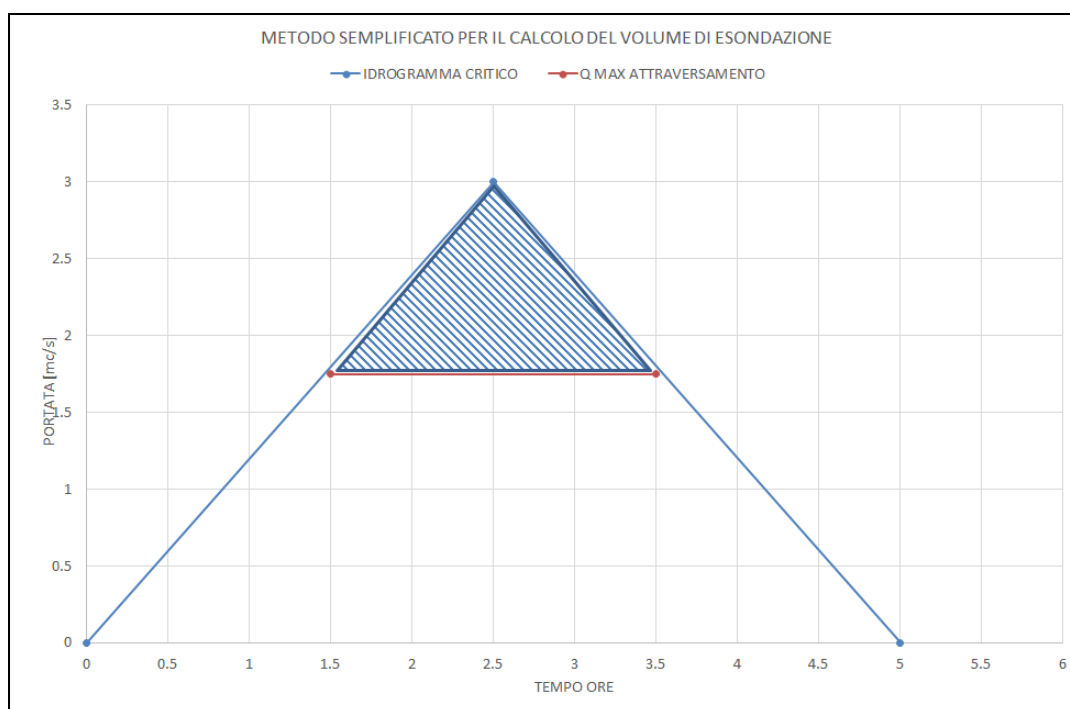


Figura 5: calcolo del volume esondato

4.3 Accorgimenti tesi alla riduzione del rischio idraulico

Si ricorda che le ipotesi alla base delle analisi idrauliche sono estremamente cautelative e riferibili ad eventi estremi con bassa probabilità di accadimento.

La pericolosità idraulica indotta dal reticolo secondario di pianura (Condotto Giuliani), è quindi associata ad un tirante medio di allagamento di 2 cm e da velocità di deflusso esigue.

Per tale motivo il rischio è da considerarsi moderato/medio per il quale sono possibili danni trascurabili agli edifici che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici stessi e l'eventuale funzionalità delle attività economiche presenti nel comparto.

Per la riduzione della vulnerabilità del comparto si propongono i seguenti interventi e prescrizioni:

- non siano realizzati vani interrati;
- che le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
- che gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
- gli impianti di condizionamento/riscaldamento (caldaie) siano sopraelevati ad una quota superiore a quella di piena precedentemente calcolata o collocati in vani a tenuta d'acqua.

Si ribadisce che la variante al PP in esame, riguarda la futura edificazione, in ampliamento a quelli esistenti, i quali saranno saltuariamente occupati da personale, solo durante le ore lavorative, pertanto, il grado di esposizione sarà basso.

La superficie dell'area si presenta prevalentemente impermeabilizzata, poiché attualmente è utilizzata a piazzale asfaltato e in parte occupata dai parcheggi aziendali, con superficie semi permeabile; pertanto, la realizzazione di ulteriori interventi comporterà un aumento significativo delle superfici impermeabili rispetto alla situazione attuale, portando ad un aggravio del deflusso superficiale, in caso di eventi meteorici, rispetto al vicino corso d'acqua.

Scopo del presente studio, per il rispetto del principio di invarianza idraulica, è quindi anche quello di calcolare un volume di laminazione da raccogliere in una vasca individuata nell'area verde a sud del comparto.

5 Invarianza idraulica

L'intervento prevede l'impermeabilizzazione (tetti, coperture, strade asfaltate, parcheggi drenanti) e quindi, la risposta alle sollecitazioni pluviometriche intense e di breve durata è immediata e diversa da quell'attuale. Il presente studio si prefigge proprio di analizzare l'influenza dei deflussi generati, la loro compatibilità con i recettori finali ed eventualmente di individuare gli accorgimenti da

adottare al fine di minimizzare l'impatto del Comparto sulla rete scolante esistente. L'obiettivo prefissato è infatti quello di contenere gli apporti idrometrici delle aree oggetto di intervento, nell'ottica di ottimizzare la gestione del rischio idraulico sul territorio.

**Ante
operam**



**Post
operam**



Figura 6: invarianza idraulica

Si ritiene di escludere dai calcoli della superficie soggetta ad invarianza idraulica l'intervento di ampliamento OVEST dato che gli edifici in progetto verranno realizzati su una superficie attualmente impermeabilizzata il cui contributo è attualmente già laminato dal fossato esistente per garantire il principio di invarianza idraulica.

5.1 Analisi dello stato di fatto

Attualmente SPAL è dotata di fossato di laminazione posto in adiacenza esterna alla recinzione del complesso industriale dei lati Sud ed Est e collegato con il fossato stradale tombato (Via Carpi) sul fronte Nord tramite un innesto con deflusso controllato.

Il fosso esistente è caratterizzato da una sezione trapezoidale avente base minore pari a 1 m, base maggiore pari a 2.5 m, altezza 1.10 m. La sezione ha quindi una superficie di 1.93 mq. Il fosso ha una lunghezza di 630 m.

Lo scarico controllato con bocca tarata a sezione costante è caratterizzato da una sezione 23 cm x 27 cm. A valle della bocca tarata prosegue sino all'innesto nel fosso tombato sotto Via Carpi un CLS DN 600.



Figura 7: fossato esistente (colore blu) + fosso tombato Via Carpi (colore rosso)

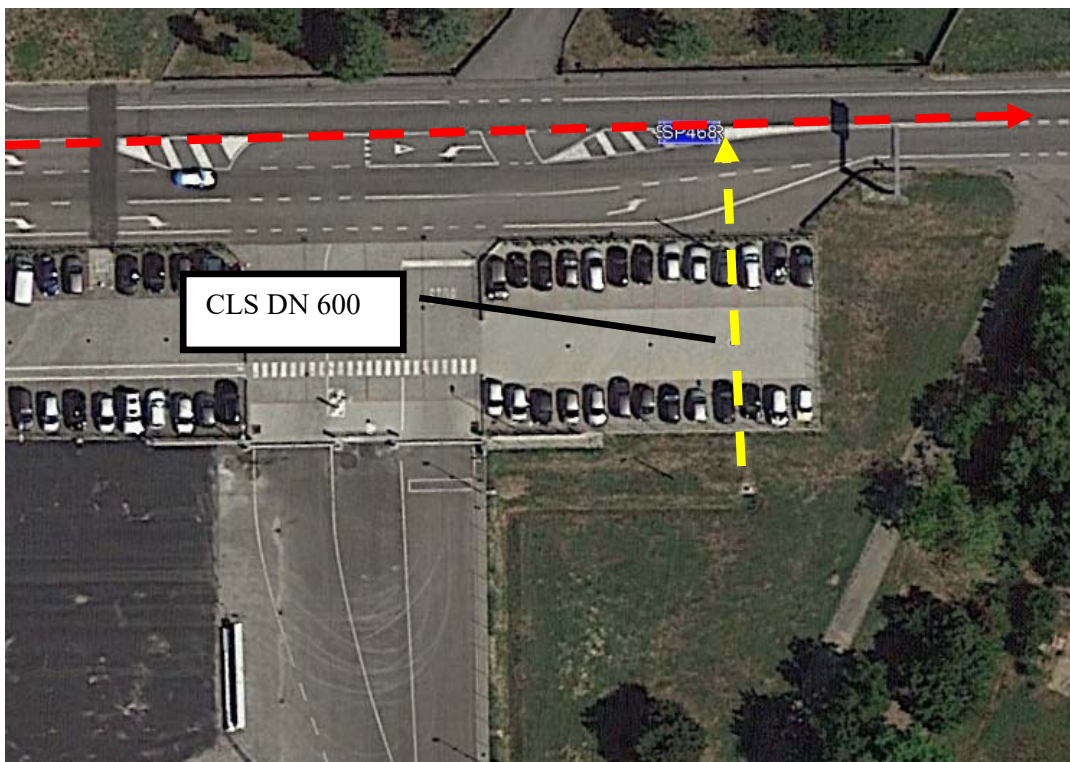


Figura 8: CLS DN 600 (colore giallo) a valle della bocca tarata

5.2 Calcolo della portata massima defluibile dalla bocca tarata – Stato di Fatto

La portata scaricata nel fosso tombato nelle condizioni di stato di fatto è stata calcolata a partire dalle caratteristiche geometriche del fosso di laminazione esistente e della bocca tarata esistente.

La portata è stata calcolata utilizzando la seguente relazione:

$$Q = C A (2g)^{1/2} (z-y)^{1/2}$$

in cui:

- Q indica la portata scaricata espressa in mc/s;
- A indica la superficie della bocca tarata. Nel caso in oggetto la bocca tarata ha forma rettangolare di dimensioni 23 x 27 cm;
- C indica il coefficiente di efflusso pari a 0.6;
- h rappresenta il diametro del tubo del fosso tombato in cui si scarica (m); nel caso in oggetto si ha un CLS DN 600 pertanto h è pari a 0.6 m;
- y indica l'altezza idrica allo scarico posta pari a 2/3 h (m); y è pari a 0.4 m;
- z indica l'altezza massima nel fossato esistente (m); si è considerato un tirante massimo di 1.0 m;
- (z - y) indica la differenza di carico (m). Si ha pertanto un valore pari a 0.60 m;

Nella successiva tabella si riassume quanto desunto.

La portata scaricata nelle condizioni esistenti è pari a 128 l/s.

Parametro	Sigla	Unità	Valore
B	<i>larghezza luce</i>	<i>m</i>	<i>0.23</i>
D	<i>apertura luce</i>	<i>m</i>	<i>0.27</i>
A	<i>area limitatore di portata</i>	<i>mq</i>	<i>0.062</i>
μ_1	<i>coefficiente di efflusso</i>		<i>0.6</i>
H	<i>altezza del recettore</i>	<i>m</i>	<i>0.6</i>
Y	<i>altezza nel canale recettore</i>	<i>m</i>	<i>0.4</i>

Parametro	Sigla	Unità	Valore
Z	altezza massima nella vasca	m	1
z - y	differenza di carico	m	0.60
Q	portata	mc/s	0.128
Q	portata	l/s	128

Figura 9: portata uscente dalla bocca tarata esistente

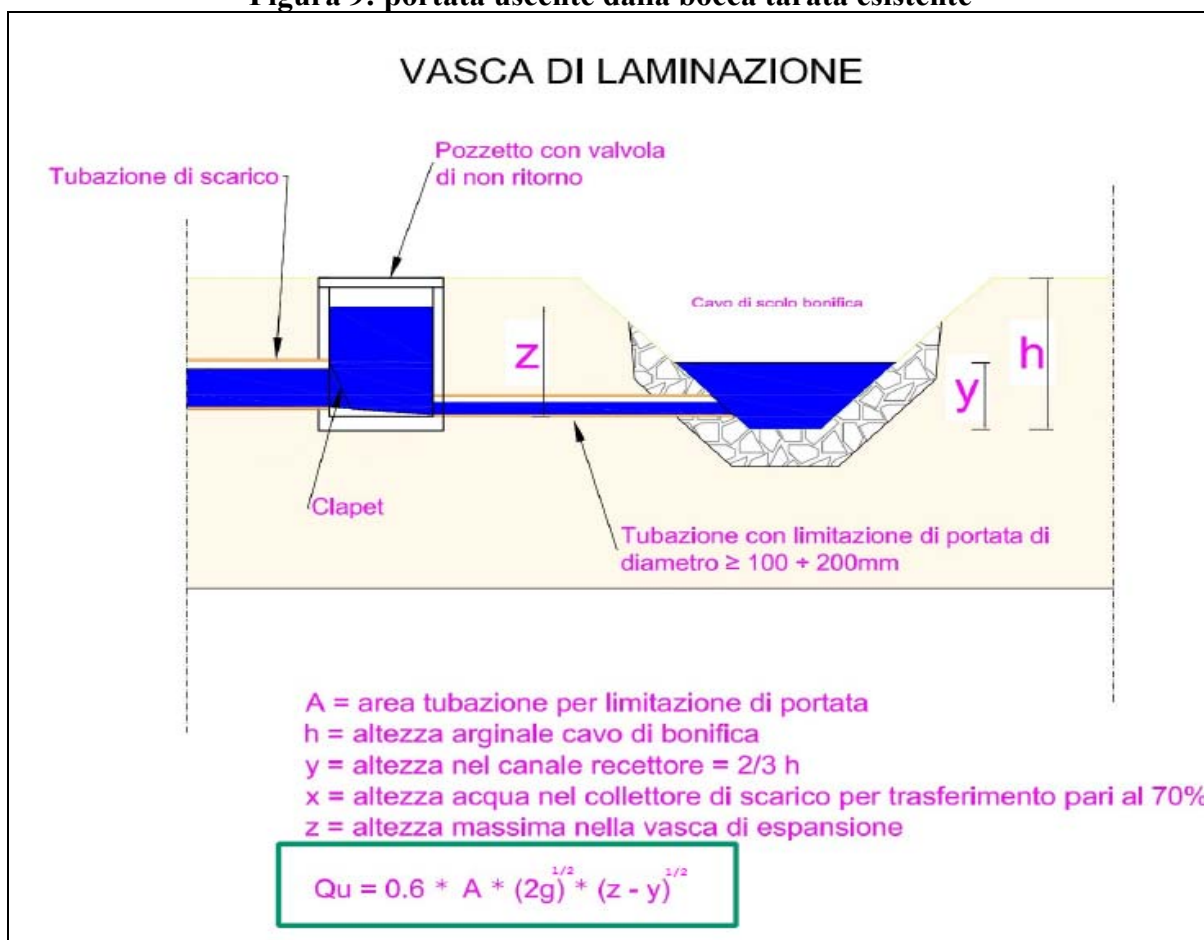


Figura 10: schema di calcolo – portata massima in uscita dal comparto

5.3 Descrizione dell'intervento di ampliamento

L'intervento in programma riguarda la realizzazione di un'espansione dell'attuale stabilimento della ditta SPAL posto a Correggio (RE) in Via per Carpi, 26.

Recentemente la proprietà SPAL ha acquisito una striscia di terreno di circa 28.500mq posta tra la recinzione Est del complesso edilizio e la tangenziale.

Il terreno di nuova acquisizione confinante ad EST con l'attuale proprietà ha una forma geometrica allungata ed è posto parallelamente alla tangenziale SP113 Via della Pace ed è individuato nella cartografia Comunale come PP130.

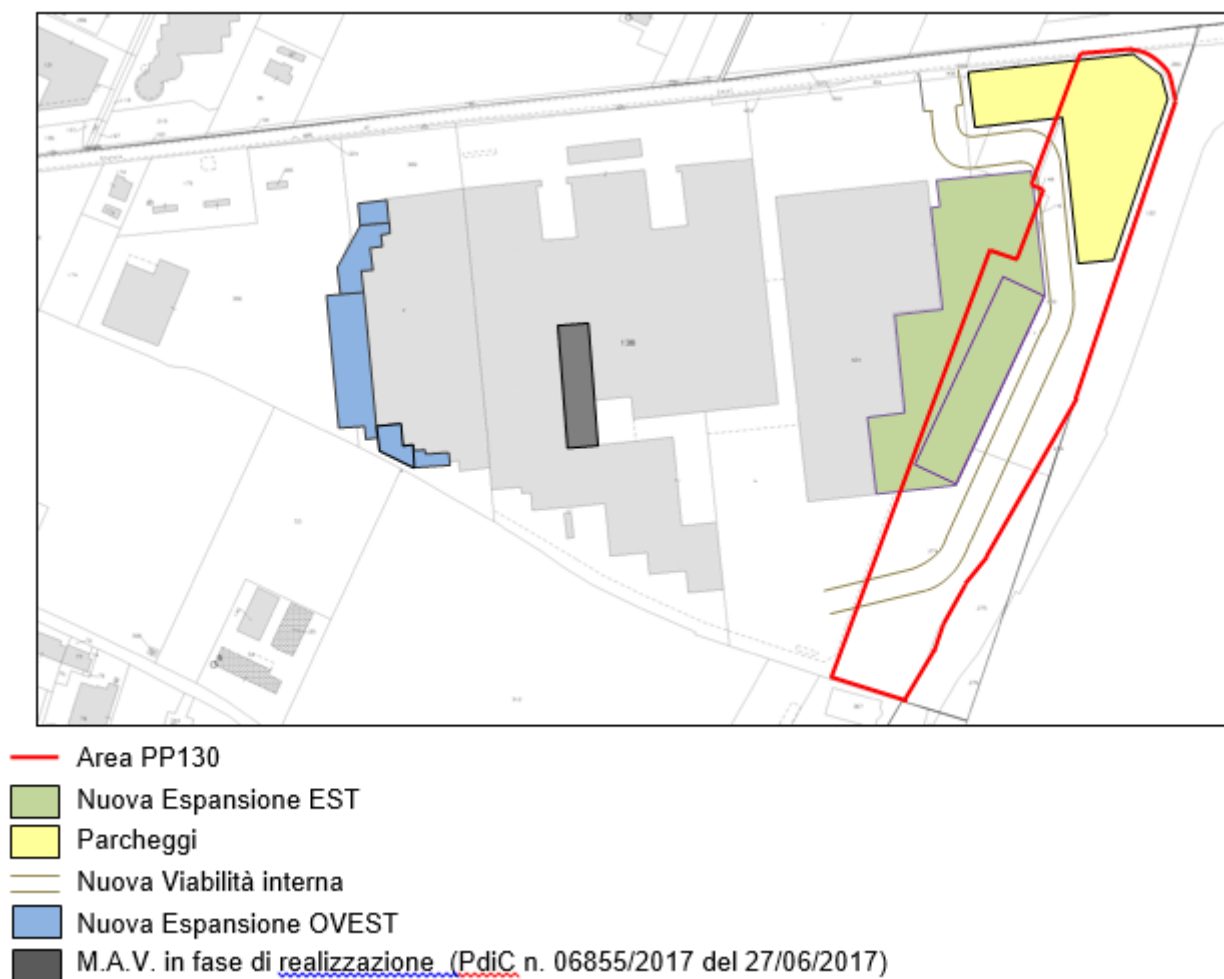


Figura 11: planimetria espansioni edificati (esclusi parcheggi e aree verdi)



Nell'ortofoto è indicato il complesso industriale esistente e il terreno di nuova acquisizione che sarà parzialmente oggetto della futura espansione

Figura 12: ortofoto indicativa espansione

5.4 Superficie territoriale e coefficiente di deflusso medio

Il calcolo della superficie territoriale oggetto di invarianza idraulica tiene conto dell'estensione dei nuovi fabbricati, della nuova strada interna dei parcheggi che saranno realizzati su terreno attualmente agricolo (non impermeabilizzato).

L'estensione totale della superficie agricola che viene alterata dall'intervento è pari a 3.3 ha (si veda la successiva figura). Nella tabella successiva si riassume quanto desunto dall'analisi del progetto e dal confronto tra stato di fatto e stato di progetto.

Si ritiene di escludere dai calcoli della superficie soggetta ad invarianza idraulica l'intervento di ampliamento OVEST dato che gli edifici in progetto verranno realizzati su una superficie attualmente impermeabilizzata il cui contributo è attualmente laminato nel fosso esistente.

TIPOLOGIA	AREA (mq)
TETTI	7500
STRADE	12420
AREE VERDI	9530
PARCHEGGI	3504
TOTALE EST	32950
Tombamento fosso OVEST ex area verde	567
TOTALE	33520

Tabella 1: estensione aree per tipologie di uso del suolo

Per quanto riguarda il calcolo del coefficiente di deflusso si è applicata la nota metodologia proposta da CSDU come da linee guida del Consorzio. Si è adottato un valore di IMP di 1 a tetti e strade e di 0.5 ai parcheggi drenanti e di 0.2 all'aree verdi. Con il parametro IMP si indica il coefficiente di impermeabilità, rapporto tra aree impermeabili ed area totale del bacino. Nel caso in oggetto si ha un valore di IMP pari a 0.7.

Nei calcoli si è assunto un valore cautelativo pari a 0.7.

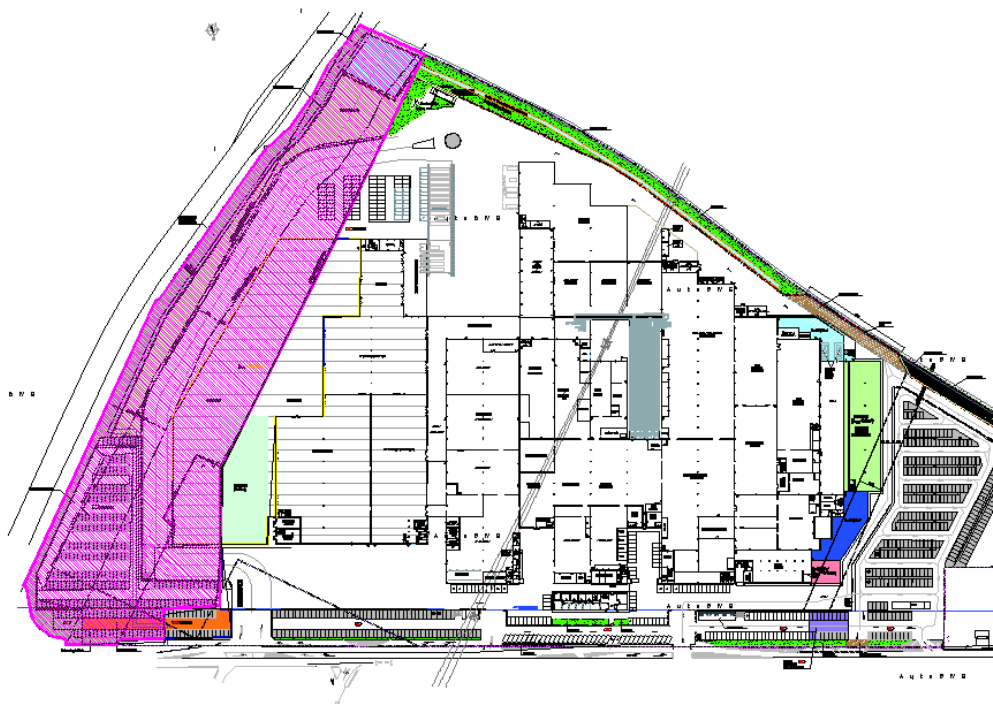


Figura 13: area complessiva oggetto di invarianza idraulica (in magenta)



Figura 14: area complessiva oggetto di invarianza in magenta

5.5 Rete fognaria acque bianche

Le acque meteoriche provenienti dalla copertura dei nuovi edifici sarà convogliata verso sud e recapitata del nuovo bacino di laminazione opportunamente dimensionato collocato nell'angolo Sud-Est della proprietà. A questo nuovo bacino sarà collegato il fossato di laminazione esistente sul lato Sud.

Il tratto di fossato di laminazione ora esistente in fregio al confine Est sarà traslato parallelamente all'attuale posizione e collocato al di fuori della nuova recinzione di proprietà che verrà realizzata su questo lato.

Le acque meteoriche provenienti dalle coperture dell'ampliamento lato Ovest saranno convogliate con nuova condotta nel fossato di laminazione posto sul lato Sud.

Le acque meteoriche dell'ampliamento Est, della nuova strada interna e del piazzale a Sud dove saranno posizionati parte dei nuovi parcheggi saranno prevalentemente convogliate verso il nuovo bacino di laminazione realizzato per garantire l'invarianza idraulica nel terreno di nuova edificazione.

La nuova condotta principale di scarico delle Acque Meteoriche sarà realizzata tramite condotti in tubazioni in PVC UNI 1401 SN8 con guarnizioni preinserite nei diametri indicati in progetto; ad intervalli regolari saranno inseriti dei pozzetti di ispezione in CLS autoportante UNI EN 1917; si garantirà una pendenza minima della condotta pari a 0,1 % fino al raggiungimento del nuovo Bacino di Laminazione realizzato nella parte Sud della proprietà.

Nel nuovo bacino di laminazione verrà convogliato il canale di laminazione esistente sul lato Sud, le acque del nuovo bacino tramite il fossato di laminazione traslato nella nuova posizione sul lato Est verranno recapitate tramite innesto con portata controllata esistente nel fossato tombato posto su Via per Carpi.

5.6 Bocca tarata a sezione costante

Il progetto prevede di NON modificare il punto di scarico esistente.

La posizione della bocca tarata verrà arretrata e posta in corrispondenza del termine del fossato esistente che ricordiamo verrà traslato verso EST.

A monte della bocca tarata sino all'ingresso del fossato di laminazione esistente verrà posato uno scatolare 1.5 x 0.7 .

Si rimanda alla consultazione delle tavole di progetto.

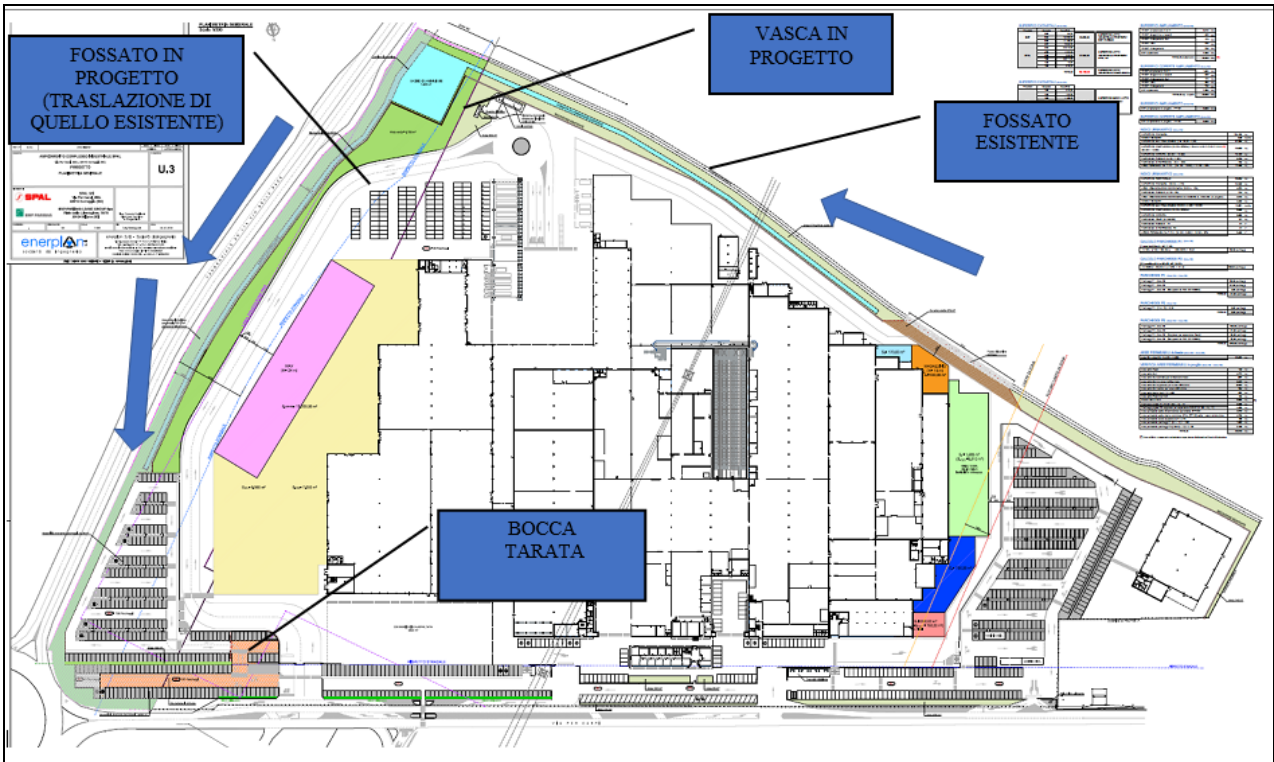


Figura 15: opere idrauliche in progetto

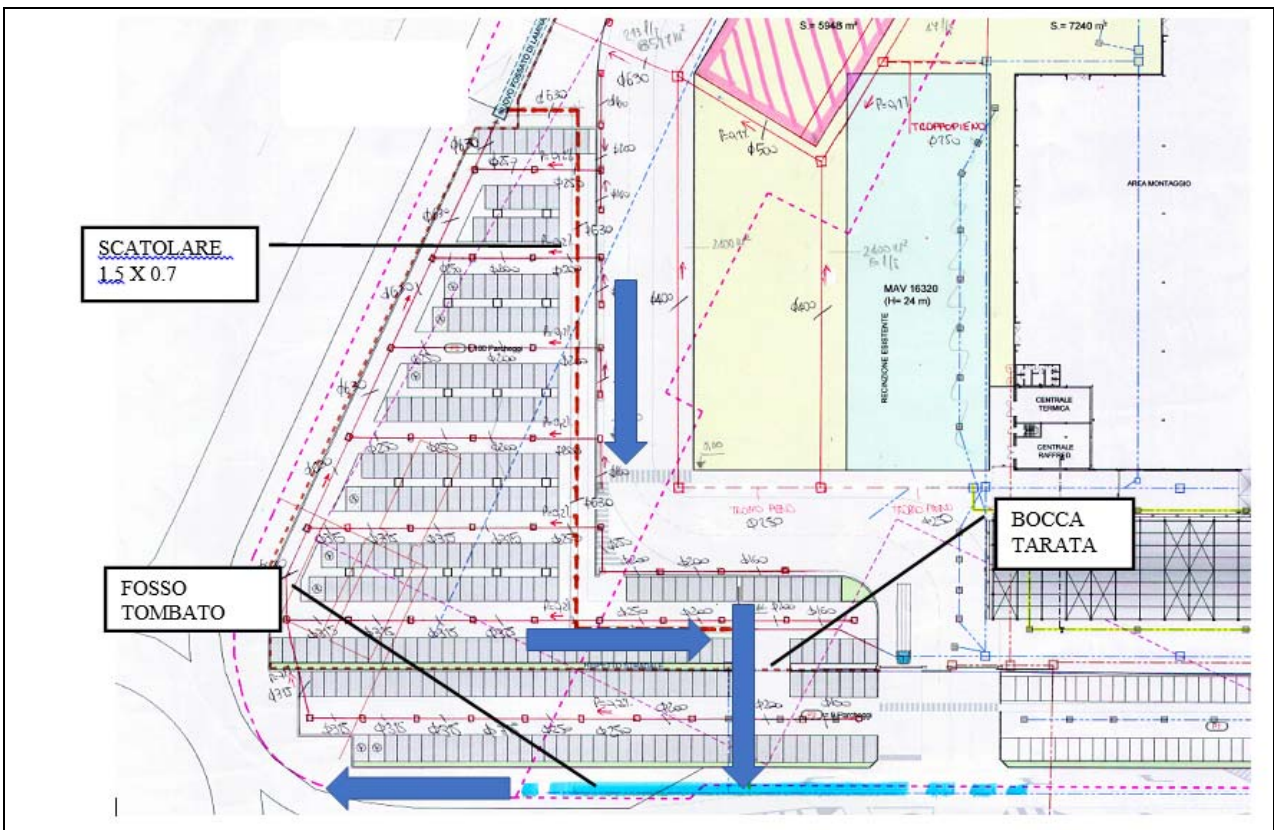


Figura 16: opere idrauliche in progetto

5.7 Portata di invarianza idraulica allo scarico – quota parte ampliamento

Le portate massime allo scarico associate **al solo ampliamento** in oggetto sono definite mediante la seguente relazione:

$Qu = 20 \text{ l/s ha} \times ST \text{ (ha)}$ in cui ST indica la superficie territoriale complessiva di riferimento.

Dato che la superficie territoriale complessiva di espansione è pari a 3.3 ha otteniamo una portata massima allo scarico di **66 l/s**.

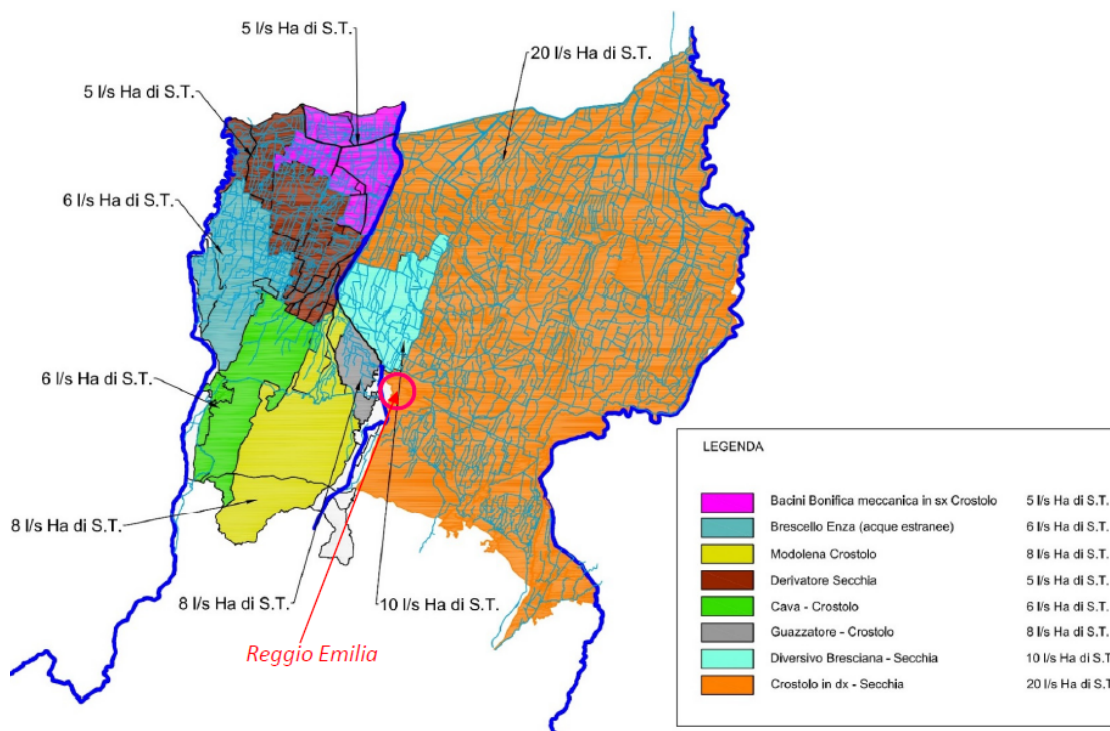


Figura 17: coefficiente udometrici massimi

PARAMETRO	UNITA DI MISURA	VALORE
SUPERFICIE TERRITORIALE	ST [ha]	3.3
COEFFICIENTE UDOMETRICO ALLO SCARICO	U [l/s ha]	20
PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO	Qu [l/s]	66

Tabella 2: portata massima scaricabile relativa all'ampliamento in oggetto

5.8 Portata di invarianza idraulica totale

La portata totale allo scarico in grado di garantire il principio di invarianza idraulica è dato dalla somma della portata attualmente scaricata pari a 185 l/s (calcolata nel precedente paragrafo 4.2) e dalla portata di progetto pari a 66 l/s per un totale di 251 l/s.

5.9 Tempo di ritorno di progetto

Nel presente progetto il calcolo delle portate idrologiche è stata effettuato considerando un tempo di ritorno T di **50 anni** dato che l'ambito di competenza è di tipo industriale.

5.10 Linee segnalatrici di pioggia

Le linee segnalatrici si esprimono attraverso la seguente relazione:

$$h = ad^n$$

in cui, h è l'altezza totale (cumulata) precipitata sul bacino durante l'evento meteorico di riferimento; a ed n sono coefficienti deducibili da specifiche analisi statistiche; i presenti parametri sono funzione del tempo di ritorno e t rappresenta la durata dell'evento meteorico.

Nella tabella si mostrano i valori assunti dai coefficienti a ed n dedotti dallo studio idrologico condotto nel 2005 per il Consorzio.

Tabella 2.2. 23 – Curva di possibilità climatica ragguagliata per il comprensorio (durate di pioggia 1-72 ore)

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
10	43.27	0.21	49.12	0.23	56.85	0.17
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

Tabella 3: LSPP – coefficienti a ed n

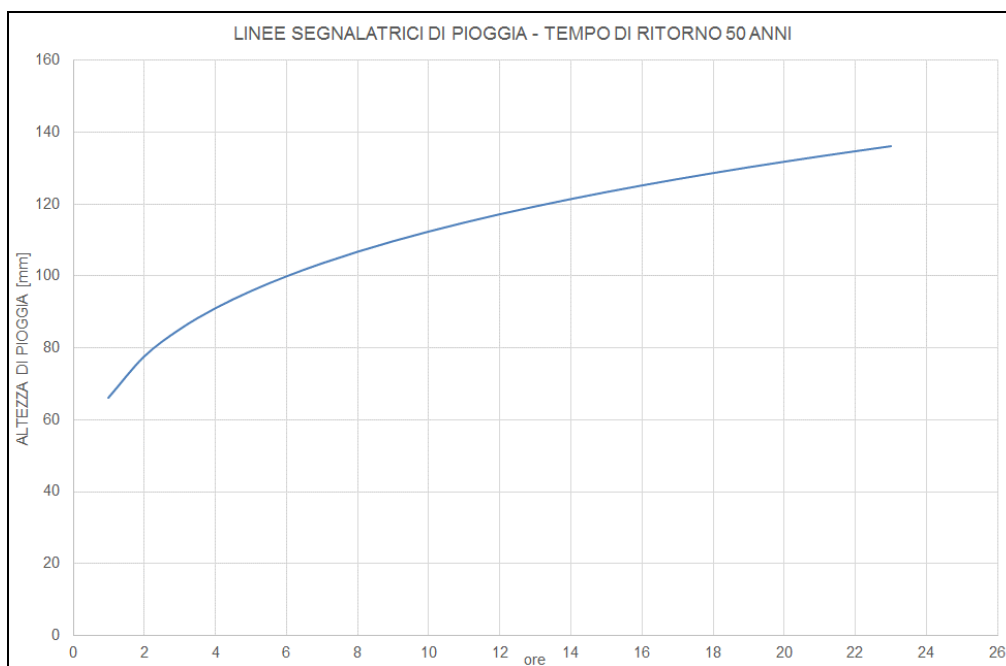


Figura 18: linee segnalatrici di pioggia

durata ore	altezza di pioggia mm	intensità ietogramma rettangolare mm/h
1	66.21	66.21
1.25	69.70	55.76
1.5	72.68	48.45
2	77.65	38.83
2.5	81.74	32.70

Tabella 4: altezza di pioggia totale e intensità di precipitazione

5.11 Calcolo del volume di invarianza – metodi semplificati

I metodi approssimati si basano sull'ipotesi di laminazione ottimale considerando che la portata uscente dal sistema di laminazione sia costante nel tempo. Tale ipotesi ha validità nel caso in cui la portata uscente sia sollevata da un impianto di sollevamento o sia installato allo scarico un dispositivo di controllo dotato di saracinesca modulata da braccio galleggiante.

Nel presente paragrafo si calcola il volume di laminazione necessario mediante l'applicazione:

- metodo cinematico;
- metodo delle sole piogge
- metodo invaso lineare nella formulazione di Meriggi

5.11.1 Metodo delle sole piogge

Il presente metodo si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che possa essere trascurato l'effetto della trasformazione afflussi – deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. Adottando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante il volume entrante risulta pari a:

$$W_s = A\phi\alpha\theta^n$$

in cui:

- A è la superficie del bacino;
- α il coefficiente pluviometrico orario;
- ϕ il coefficiente di deflusso;
- θ la durata critica della vasca

- n esponente della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica;

mentre il volume uscente dall'invaso a portata costante è pari a:

$$W_u = Q_{v,max} \theta$$

Esprimendo la condizione di massimo ossia derivando la differenza si ricava la durata critica della vasca:

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{v,max}}{A\varphi a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e di conseguenza il volume

$$W_o = A\varphi a \left(\frac{Q_{v,max}}{A\varphi a n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{v,max} \left(\frac{Q_{v,max}}{A\varphi a n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

5.11.2 Metodo cinematico

Il metodo prevede la schematizzazione del bacino drenante a monte della vasca volano mediante lo schema del metodo cinematico. Le ipotesi tengono conto che lo ietogramma netto di progetto sia ad intensità costante, la curva aree tempi sia lineare e lo svuotamento della vasca avvenga a portata costante (laminazione ottimale).

Le espressioni che determinano portata al colmo, durata critica della vasca e volume massimo di laminazione sono le seguenti:

- Portata al colmo $Q_o = S\varphi a \theta_o^{n-1}$
- Durata critica della vasca: $n S\varphi a \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n)t_c \theta_w^n Q_o^2}{S\varphi a} - Q_u = 0$
- Volume massimo di laminazione: $W_m = S\varphi a \theta_w^n + t_c Q_o^2 \theta_w^{1-n} \frac{1}{S\varphi a} - Q_w \theta_w - Q_w t_c$

in cui t_c indica il tempo di corrivazione.

5.11.3 Metodo invaso – formulazione Meriggi

La portata in arrivo alla vasca possono essere stimate mediante il metodo dell'invaso.

Il volume della vasca è dato dalla relazione

$$W = \varphi S a \theta_w^n \left(0.95 - \eta^{\frac{2}{n}} \right)^{\frac{n}{2}}$$

in cui η indica il rapporto di laminazione tra portata uscente e portata entrante.

La durata critica è espressa dalla relazione

$$Q_{15} = \frac{Q}{C_2} \left(\frac{Q_{15}}{10000} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

in cui $C_2 = \frac{0.165 n}{n+0.01} - \frac{n-0.1}{20} + 0.5$

Nel seguito si riassume quanto desunto. Il volume medio della vasca è pari a 1274 mc.
 Per il calcolo della massima portata entrante si è considerato un tempo di corrivazione di 30 min
 ottenendo una portata massima pari a 740 l/s a cui compete un coefficiente udometrico di 220 l/s.

METODOLOGIA	Durata Critica [ore]	Volume Invaso [mc]
Metodo Cinematico	1.9	1307
Metodo Sole Piogge	1.6	1346
Metodo Invaso	1.5	1166
Media		1274

Tabella 5: volume di laminazione

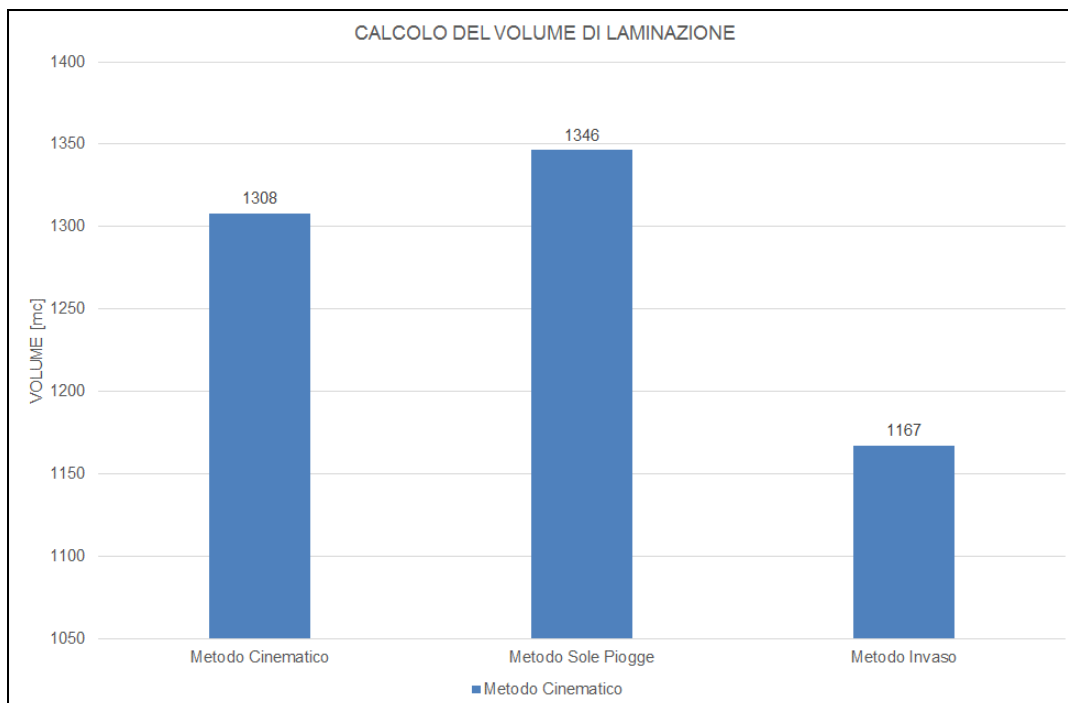


Figura 19: volume di laminazione

5.12 Volume di progetto

Il volume teorico, calcolato in precedenza, pari a 1350 mc è stato aumentato cautelativamente del 20 %. Al volume così ottenuto è stato aggiunto il volume del fossato esistente sottratto dalle opere di progetto.

Si ottiene un volume totale di progetto pari a 1800 mc.

5.13 Dimensionamento della bocca tarata di progetto

La bocca tarata deve essere dimensionata tenendo conto della portata di invarianza di progetto pari alla somma della quota parte associata all'espansione in oggetto (66 l/s) e della quota parte relativa allo stato di fatto (128 l/s).

La portata di progetto è pari a 194 l/s.

La portata è stata calcolata utilizzando la seguente relazione:

$$Q = C A (2g)^{1/2} (z-y)^{1/2}$$

in cui:

- Q indica la portata scaricata espressa in mc/s;
- A indica la superficie della bocca tarata. Nel caso in oggetto la bocca tarata ha forma rettangolare di dimensioni da calcolare per far defluire la portata di 194 l/s;
- C indica il coefficiente di efflusso pari a 0.6;
- h rappresenta il diametro del tubo del fosso tombato in cui si scarica (m); nel caso in oggetto si ha un CLS DN 600 pertanto h è pari a 0.6 m;
- y indica l'altezza idrica allo scarico posta pari a 50 cm;
- z pari a 0.7 m;
- (z - y) indica la differenza di carico (m). Si ha pertanto un valore pari a 0.20 m;

Nota la portata massima da far defluire è possibile calcolare le dimensioni B e D imponendo come livello massimo raggiungibile nel sistema di laminazione 0.7 m.

Parametro	Sigla	Unità	Valore
B	<i>larghezza luce</i>	<i>m</i>	0.40
D	<i>apertura luce</i>	<i>m</i>	0.40
A	<i>area limitatore di portata</i>	<i>mq</i>	0.16
μ_1	<i>coefficiente di efflusso</i>		0.6

Parametro	Sigla	Unità	Valore
h	<i>altezza del recettore</i>	<i>m</i>	<i>0.6</i>
y	<i>altezza nel canale recettore</i>	<i>m</i>	0.5
z	<i>altezza massima nel sistema di laminazione</i>	<i>m</i>	<i>0.7</i>
z -y	<i>differenza di carico</i>	<i>m</i>	<i>0.20</i>
Q	<i>portata</i>	<i>mc/s</i>	<i>0.19</i>
Q	<i>portata</i>	<i>l/s</i>	190

Figura 20: portata uscente dalla bocca tarata di progetto- fosso recettore pieno

5.14 Studio idrologico idraulico

Al fine di condurre una verifica dei precedenti dimensionamenti si è implementato un modello idrologico idraulico in ambiente SWMM.

5.14.1 Durate critiche

Per il dimensionamento del volume di laminazione si adotteranno ietogrammi sintetici di durate pari a 30, 60, 75, 90 e 120 minuti al fine di valutare la durata critica del sistema in oggetto.

5.14.2 Ietogrammi di progetto

Si sono considerati ietogrammi di forma rettangolare.

Le altezze di pioggia cumulate alla base della sollecitazione pluviometrica introdotta nel modello sono riportate nella precedente Tabella 4.

5.14.3 Modello idrologico idraulico - descrizione del codice di calcolo

Come ricordato il dimensionamento della rete bianca è stato condotto mediante l'utilizzo di uno specifico modello idrologico idraulico. Nel presente capitolo viene descritto il codice di calcolo matematico utilizzato per analizzare il comportamento della fognatura bianca.

Il modello analizza sia la rete bianca in progetto che il fosso recettore esistente.

Il pacchetto utilizzato è lo SWMM 5.

SWMM 5 è il codice di calcolo usato per la modellazione dinamica del processo afflussi-deflussi, utilizzato per simulare quantitativamente e qualitativamente il deflusso relativo ad un evento singolo o di lunga durata (è sviluppato dal Water Supply and Water Resources Division di US EPA). SWMM simula i vari processi idrologici che producono deflusso superficiale dalle aree urbane. Questi includono:

- precipitazioni variabili nel tempo;
- evaporazione dell'acqua permanente in superficie;
- intercettazione della pioggia ad opera delle zone di accumulo superficiale;
- infiltrazione della pioggia nei terreni non saturi;
- percolazione di acqua infiltrata in falda;
- scambi idrici tra falda e fognatura;
- riproduzione della portata superficiale secondo lo schema di serbatoi non lineari.

5.14.4 Modellazione dei manufatti particolari

Nel modello si sono inserite come nodi di accumulo caratterizzati da relativa equazione di invaso (livello + area) la vasca in progetto, la bocca tarata è stata modellata mediante un orifice di forma rettangolare. Nel modello si è inserita anche la tubazione di scarico che si estende dalla bocca tarata sino all'innesto nel fosso tombato. In tale modo è possibile analizzare nel dettaglio l'influenza sul funzionamento della bocca tarata della condizione al contorno allo sbocco e dell'eventuale rigurgito della condotta di scarico.

5.14.5 Calcolo del deflusso superficiale

La variabilità spaziale del processo di deflusso superficiale è ottenuta considerando l'area in studio costituita da due sottobacini. Uno fa riferimento al bacino esistente ed il secondo all'ampliamento in progetto.

Ogni sottobacino viene diviso in sottoaree permeabili ed impermeabili e caratterizzato da uno specifico coefficiente di deflusso come riportato nel seguito.

Le acque di superficie possono infiltrarsi nella zona superiore del terreno delle sottoaree permeabili, ma non di quelle impermeabili.

Le sottoaree impermeabili vengono poi divise in due regioni, una contenente zone superficiali di depressione (che costituiscono accumuli superficiali) e l'altra priva di tali zone. Si può consentire il deflusso tra queste due regioni, oppure farle drenare entrambe al nodo di uscita del sottobacino.

Per ogni ramo viene identificato il nodo di uscita del deflusso di ogni sottobacino. Ogni superficie dei sottobacini è trattata come un serbatoio non-lineare. La portata in ingresso ad un sottobacino arriva dalle precipitazioni o da input di diversa natura.

5.14.6 Aree drenanti e coefficienti di deflusso

La determinazione della curva di possibilità pluviometrica non esaurisce le analisi idrologiche necessarie per l'impostazione del progetto. Da tali curve, infatti si deduce, che l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una certa durata di pioggia e con un certo livello di probabilità, cioè la quantità di pioggia in ingresso al bacino. Una parte di questa pioggia, però si perde, per effetto di una serie di fenomeni idrologici, prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà quindi rilevante calcolare la quantità restante di pioggia cioè la pioggia netta od efficace.

Nel presente progetto la pioggia netta è stata stimata attraverso il calcolo del coefficiente di deflusso ϕ che rappresenta il rapporto tra il volume di pioggia netta e volume di pioggia totale. Esso è funzione della tipologia di superficie (tetto, marciapiede, area verde, prato armato, ecc ...).

Il parametro percentuale è un dato di input del modello idrologico – idraulico adottato per il dimensionamento e compiutamente descritto nel seguito (DCIA – *Directly Connected Impervious Area*) pari alla percentuale di superficie impermeabile del bacino.

Si è assunto che il valore del parametro DCIA fosse pari al coefficiente di afflusso considerato in precedenza.

5.14.7 Condizioni al contorno

Si è tenuto conto che lo scarico possa avvenire a efflusso libero o rigurgitato dal fosso tombato (Via Carpi) considerato completamente pieno . La sezione del fosso in oggetto è un DN 600.

5.14.8 Parametri utilizzati

Nel seguito si riassumono i principali parametri idrologici adottati nel presente modello:

- modello di infiltrazione: Horton;
- coefficiente di scabrezza di Manning su suolo permeabile $0.1 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$;
- coefficiente di scabrezza di Manning su suolo impermeabile: $0.011 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$.
- coefficiente di scabrezza di Manning tubazioni plastiche PVC, PEAD: $0.011 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$.
- estensione bacino ampliamento: 3.3 ha
- volume laminazione vasca in progetto: 1800 mc
- volume fosso di laminazione esistente: 1215 mc;

5.14.9 Analisi dei Risultati

Il modello permette di analizzare nel dettaglio il funzionamento idraulico del sistema di laminazione in diverse condizioni di sollecitazione meteorica. Inoltre ha permesso di verificare le dimensioni della bocca tarata precedentemente definite.

Nel seguito si mostra l'andamento della portata uscente dal comparto.

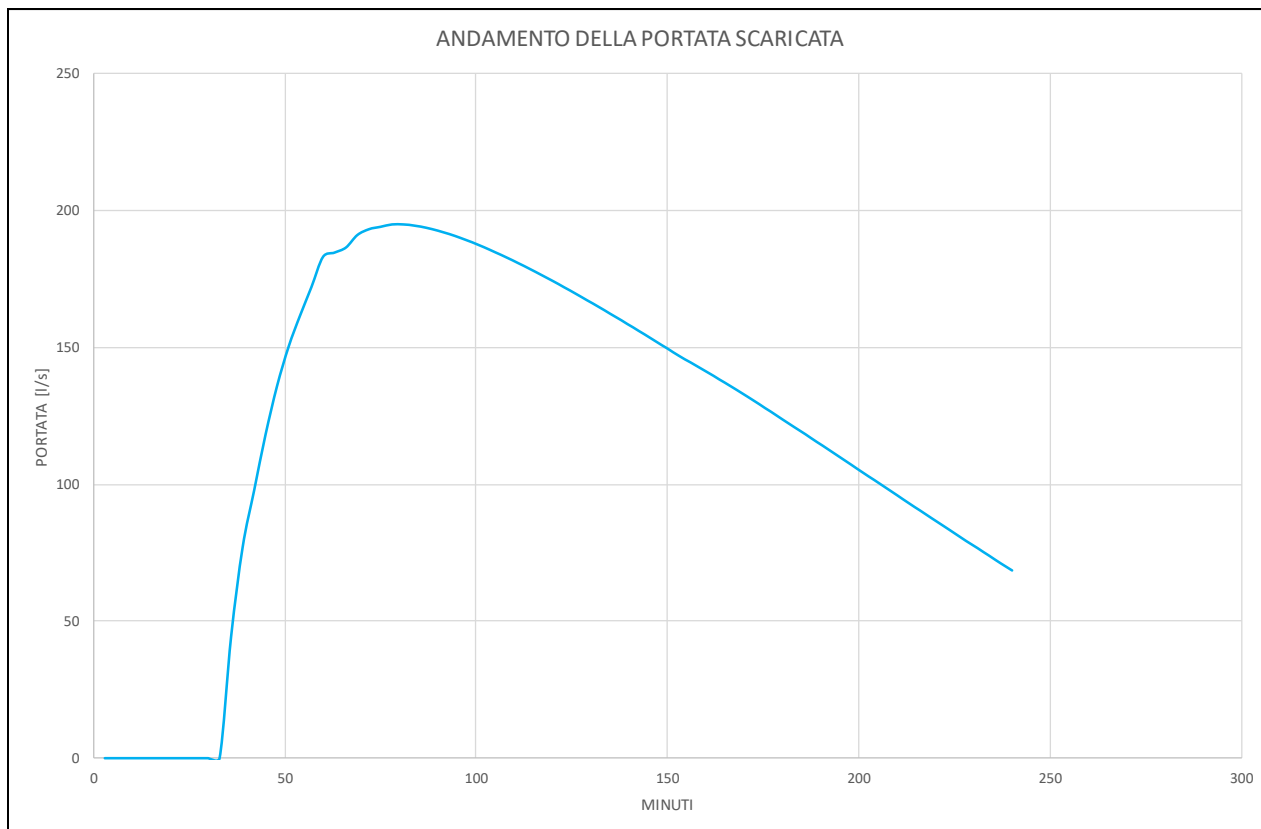


Figura 21: andamento della portata transitante nella bocca tarata

6 Dati riassuntivi

Nella seguente tabella si riassumono i dati di progetto.

<i>PARAMETRO</i>	<i>VALORE</i>
Superficie territoriale di intervento [ha]	3.3
Coefficiente udometrico [l/s ha]	20
Portata di invarianza idraulica (per espansione) [l/s]	66
Portata di invarianza idraulica STATO DI FATTO [l/s]	128
Portata di invarianza totale [l/s]	194
Volume idraulico utile vasca in progetto [mc]	1800
Dimensioni bocca tarata progetto [cm]	40x40

Tabella 6: dati riassuntivi

7 Troppo pieno vasca di laminazione

Si prevede di realizzare un troppo pieno che collega la vasca di progetto al canale Giuliani come indicato nella figura successiva. Si prevede la realizzazione di uno stramazzone che invia le acque ad un pozzetto da cui mediante una tubazione le acque in eccesso sono scaricate nel canale in oggetto. Lo stramazzone avrà una lunghezza di 1.5 m. La tubazione di scarico sarà realizzata mediante un PVC DE 315.

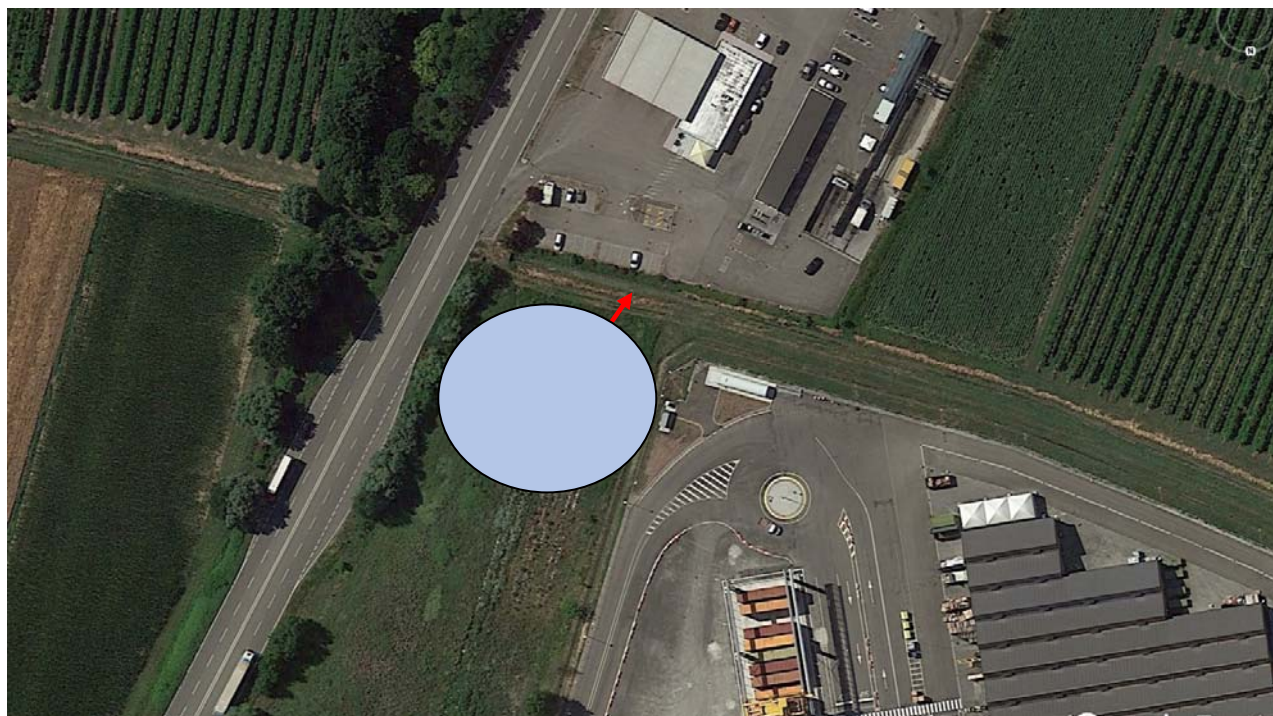
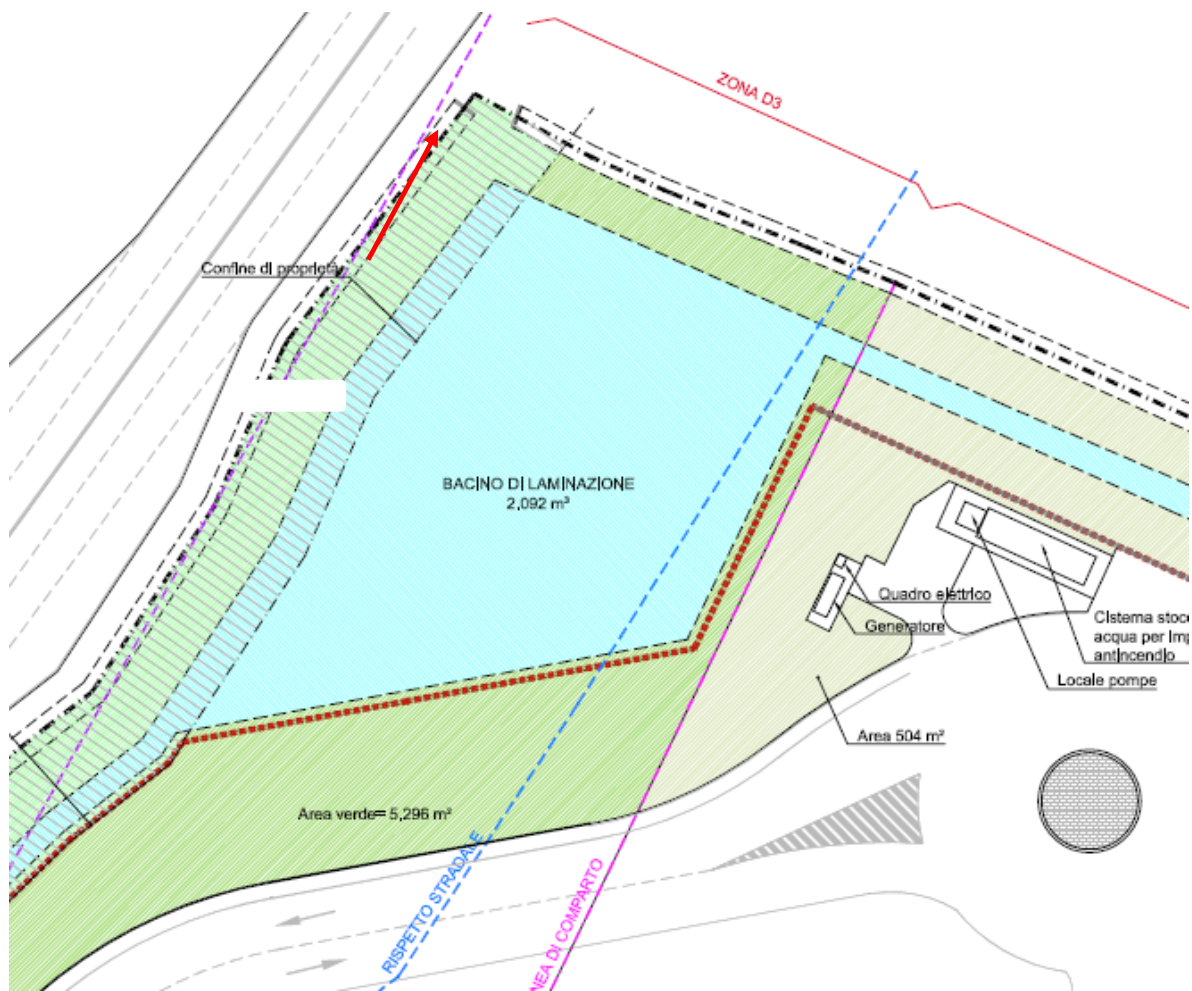


Figura 22: schema tipologico troppo pieno

8 Conclusioni

Laddove possibile, nella progettazione in fase esecutiva si dovrà massimizzare l'utilizzo di superfici permeabili, al fine di facilitare l'infiltrazione superficiale.

Alla luce di quanto suddetto, in relazione alle nuove disposizioni in materia di pericolosità idraulica introdotte dal PGRA, come riprese dalla Delibera di GR n° 1300 del 1/8/2016, si ritiene che la Variante al PP in esame, con la realizzazione del volume di laminazione calcolato, non alteri le condizioni di pericolosità attuali e non peggiori le condizioni di drenaggio superficiale dell'area indagata, potendo pertanto affermare la sua fattibilità.

Modena, 13/02/2018

Il Tecnico
Dott. Geol. Alessandro Maccaferri



ALLEGATI

Allegato 1 – Inquadramento geografico

Allegato 2 – Ubicazione area d'interesse

Allegato 3 – Mappa della pericolosità RSP – estratto PGRA

Allegato 4 – Mappa del rischio RSP – estratto PGRA

Allegato 5 – Carta geomorfologica – estratto QC del PSC

Allegato 6 – Delimitazione fasce fluviali – estratto PAI

Allegato 7 – Carta delle aree storicamente inondate – estratto QC del PTCP

Allegato 8 – Destinazioni di zona – estratto PRG

Allegato 9 – Idrografia superficiale

Allegato 10 – Carta geologica RER

Allegato 11 – Carta geomorfologica Provincia di RE

Inquadramento Geografico

**C.T.R. scala 1 : 25.000
Estratto Tavola 201NO "Correggio"**



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 1

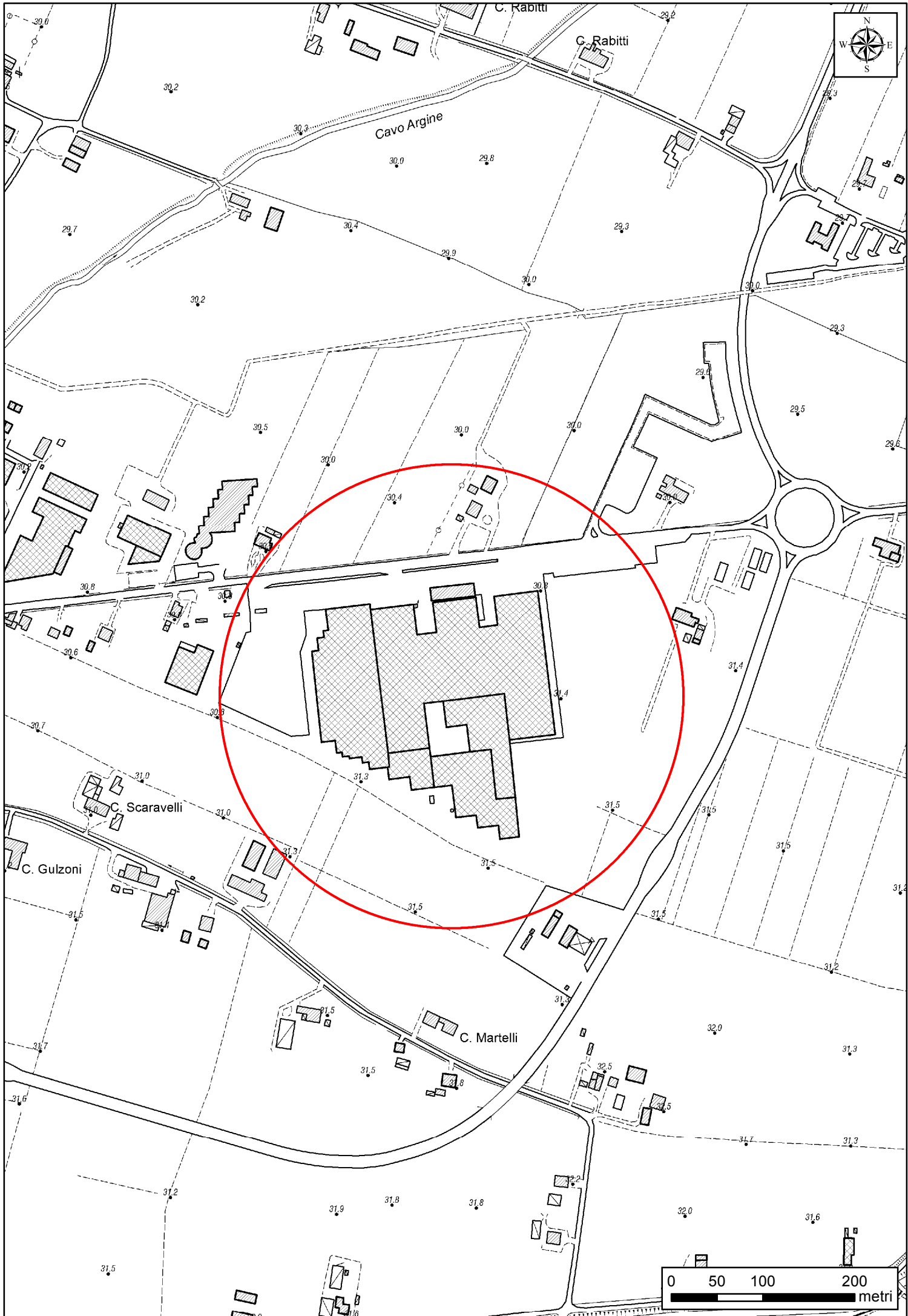
Ubicazione area in studio

**C.T.R. scala 1 : 5.000
Estratto Elemento 201022 "Correggio est"**



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 2



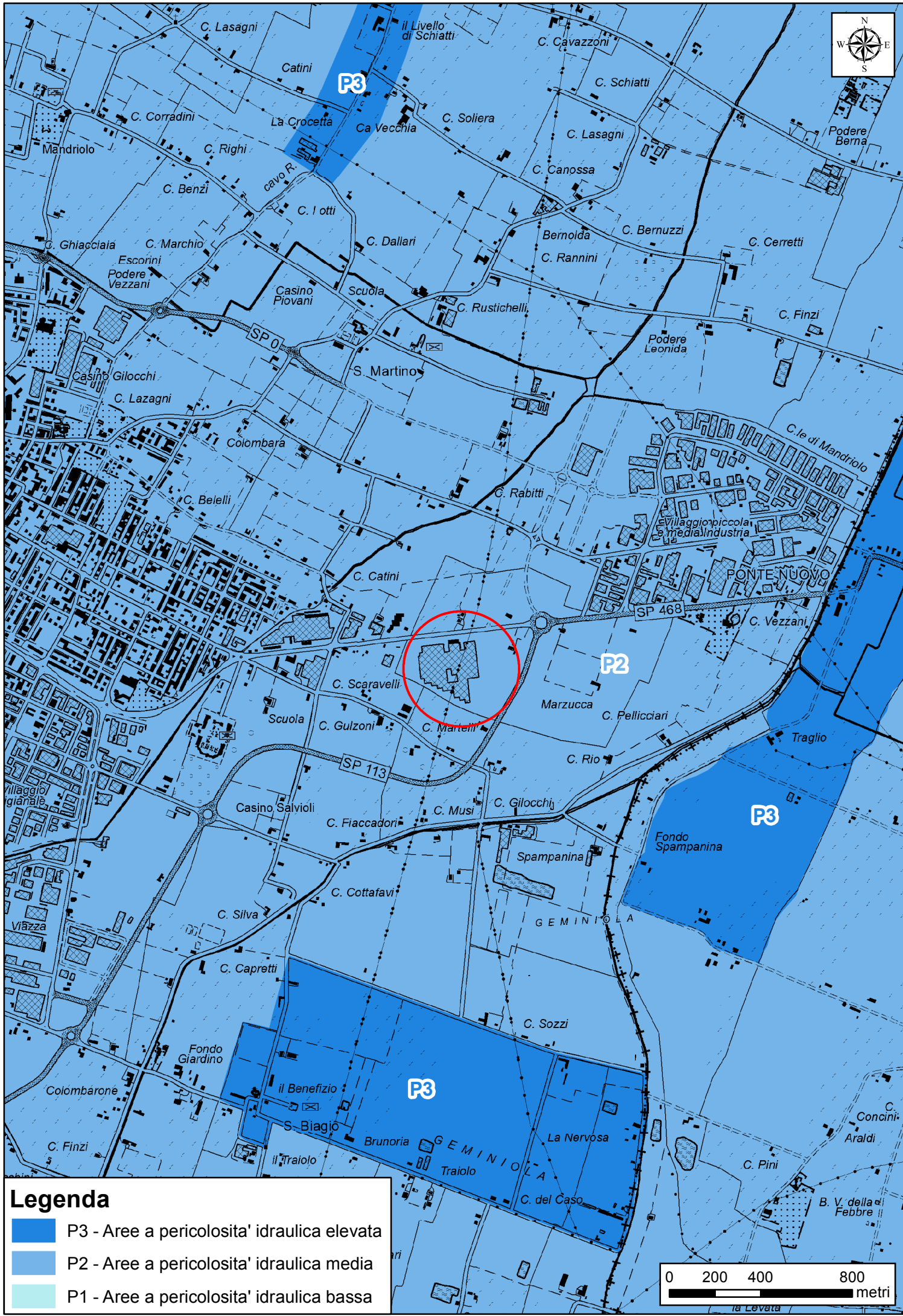
**Estratto Mappa della pericolosità del
Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
PGRA - Direttiva Alluvioni 2007/60/CE**

**Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi esposti
e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del Rischio di
Alluvioni relative al territorio della Regione Emilia-Romagna
Scala 1:20.000**



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 3



P3

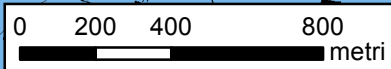
P2

P3

P3

Legenda

- P3 - Aree a pericolosità idraulica elevata
- P2 - Aree a pericolosità idraulica media
- P1 - Aree a pericolosità idraulica bassa



ra Levata

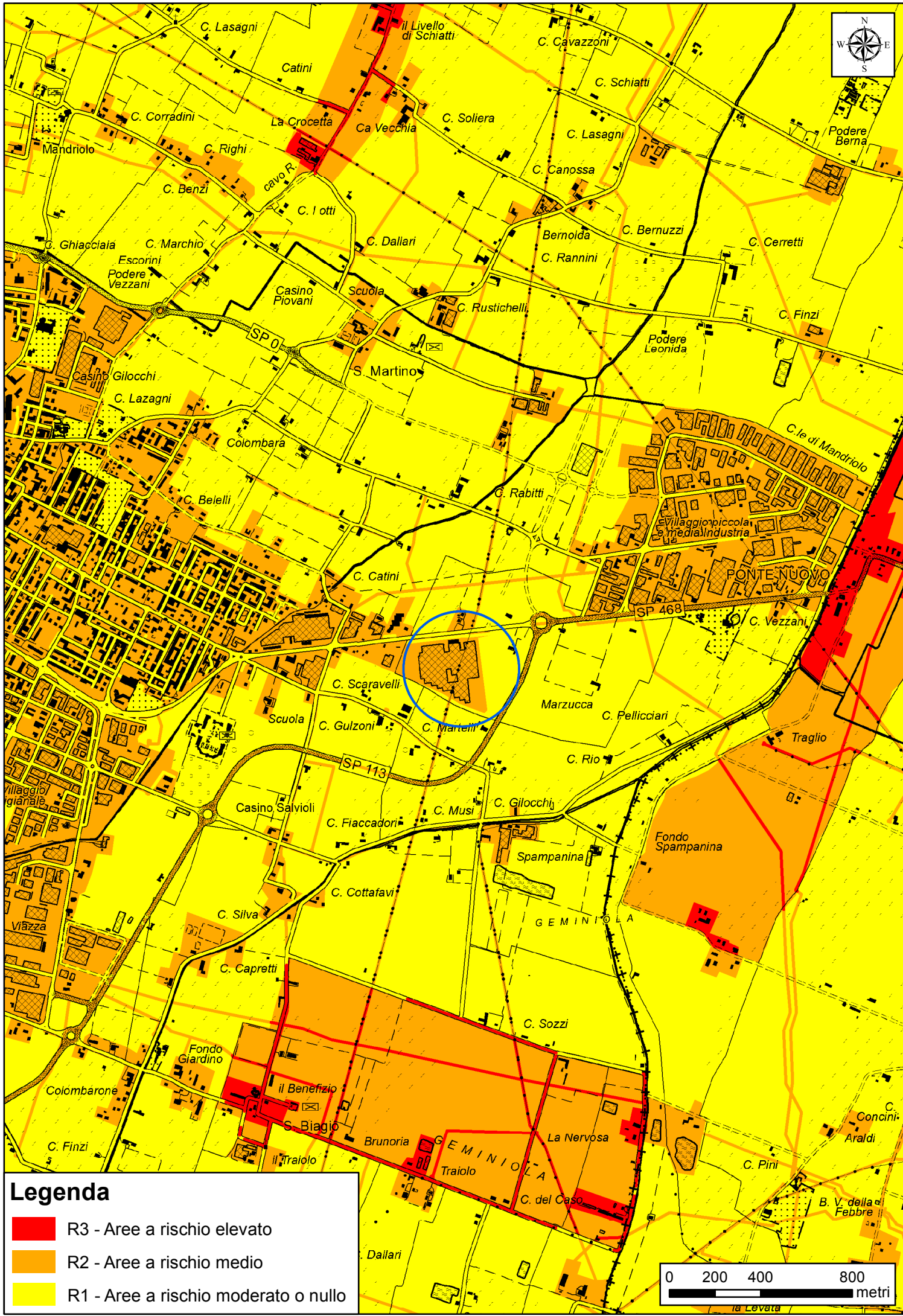
**Estratto Mappa del rischio potenziale del
Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
PGRA - Direttiva Alluvioni 2007/60/CE**

**Cartografia delle Mappe della pericolosità, degli elementi esposti
e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del Rischio di
Alluvioni relative al territorio della Regione Emilia-Romagna
Scala 1:20.000**



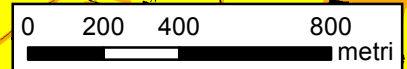
Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 4



Legenda

- R3 - Aree a rischio elevato
- R2 - Aree a rischio medio
- R1 - Aree a rischio moderato o nullo



Carta Geomorfologica

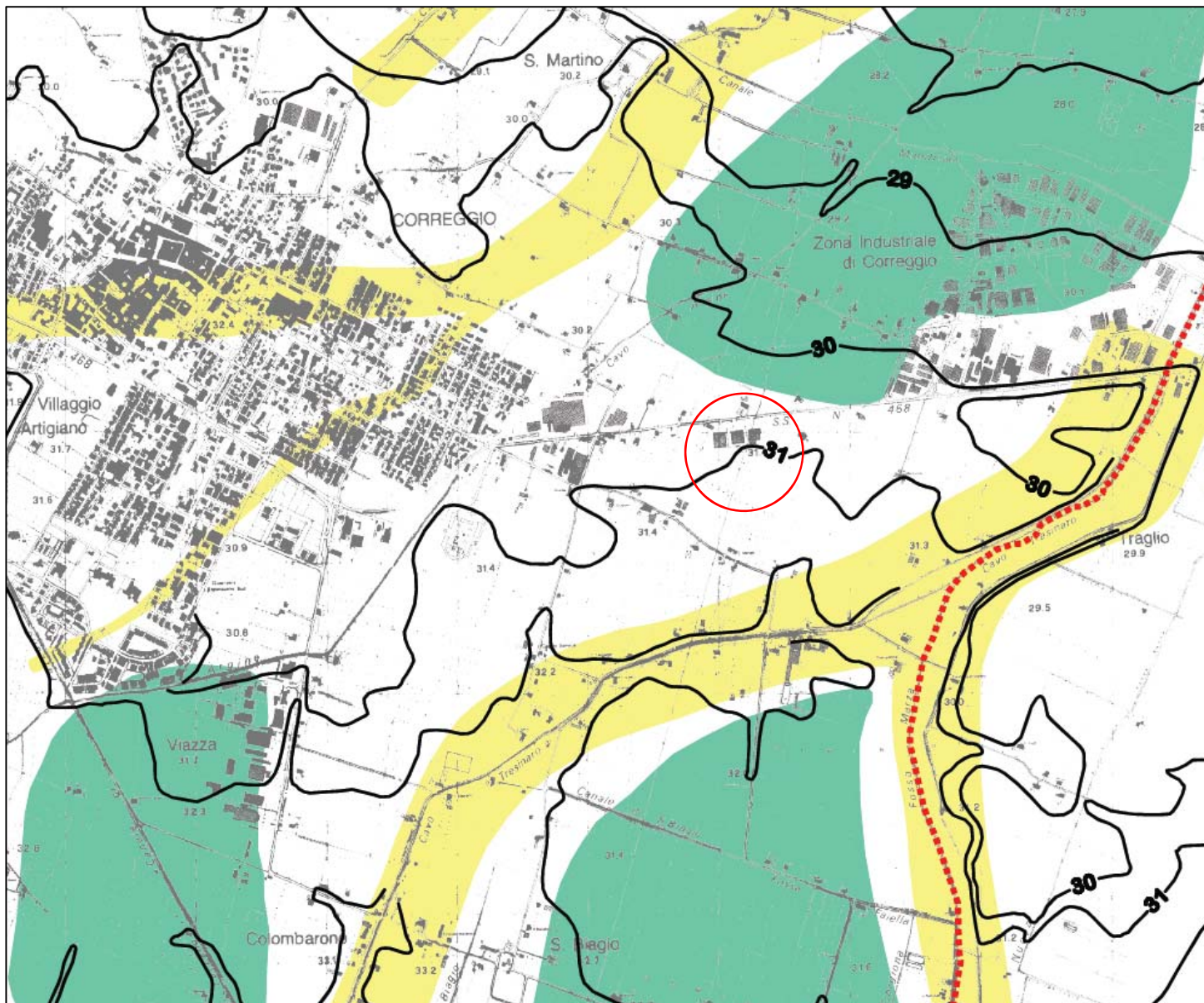
Tav. G 1

Estratto QC del PSC di Correggio



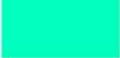

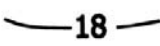




Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 5



LEGENDA:

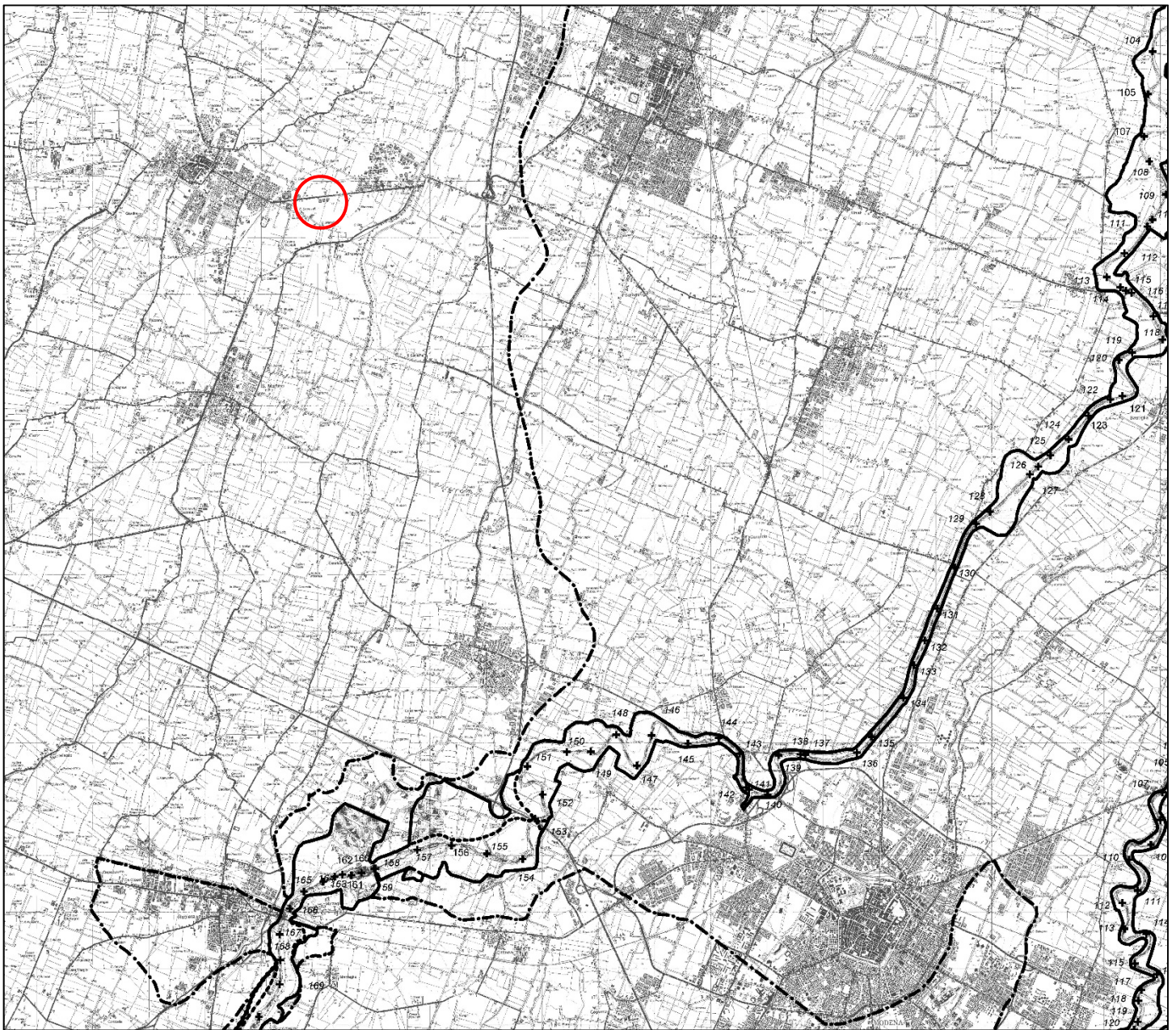
-  **Paleovalveo principale sistema paleoidrografico più recente**
-  **Paleovalveo principale sistema paleoidrografico meno recente**
-  **Area valliva**
-  **Cono di rotta**
-  **Isoipsa in m sim**
-  **Limite esterno della fascia C**
-  **Area in esame**

**Tavola di delimitazione delle fasce fluviali
Foglio 201 – Modena**

**Estratto PAI AdB del Fiume Po
Scala 1:50.000**

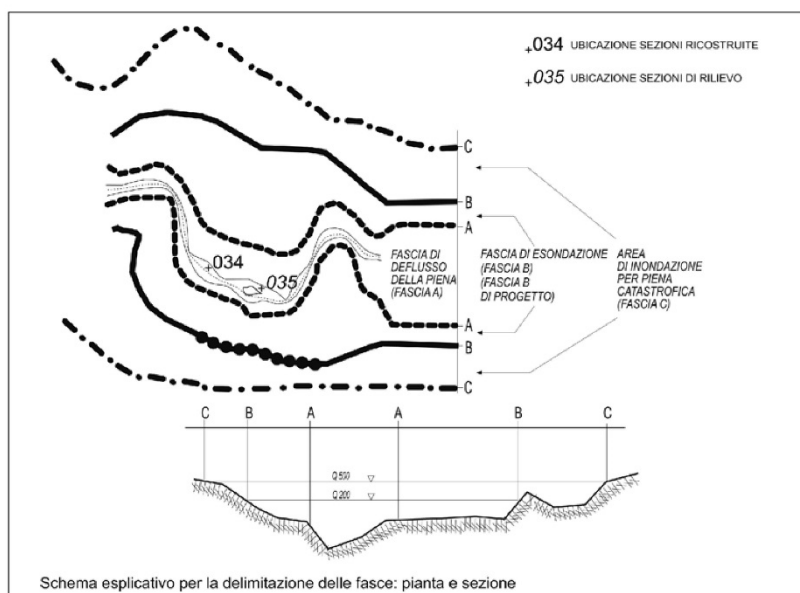
 **Ubicazione area in oggetto**

ALLEGATO N. 6



LEGENDA

-----	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
- . - . - .	limite (*) esterno della Fascia C
.....	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C



Sistema ambientale

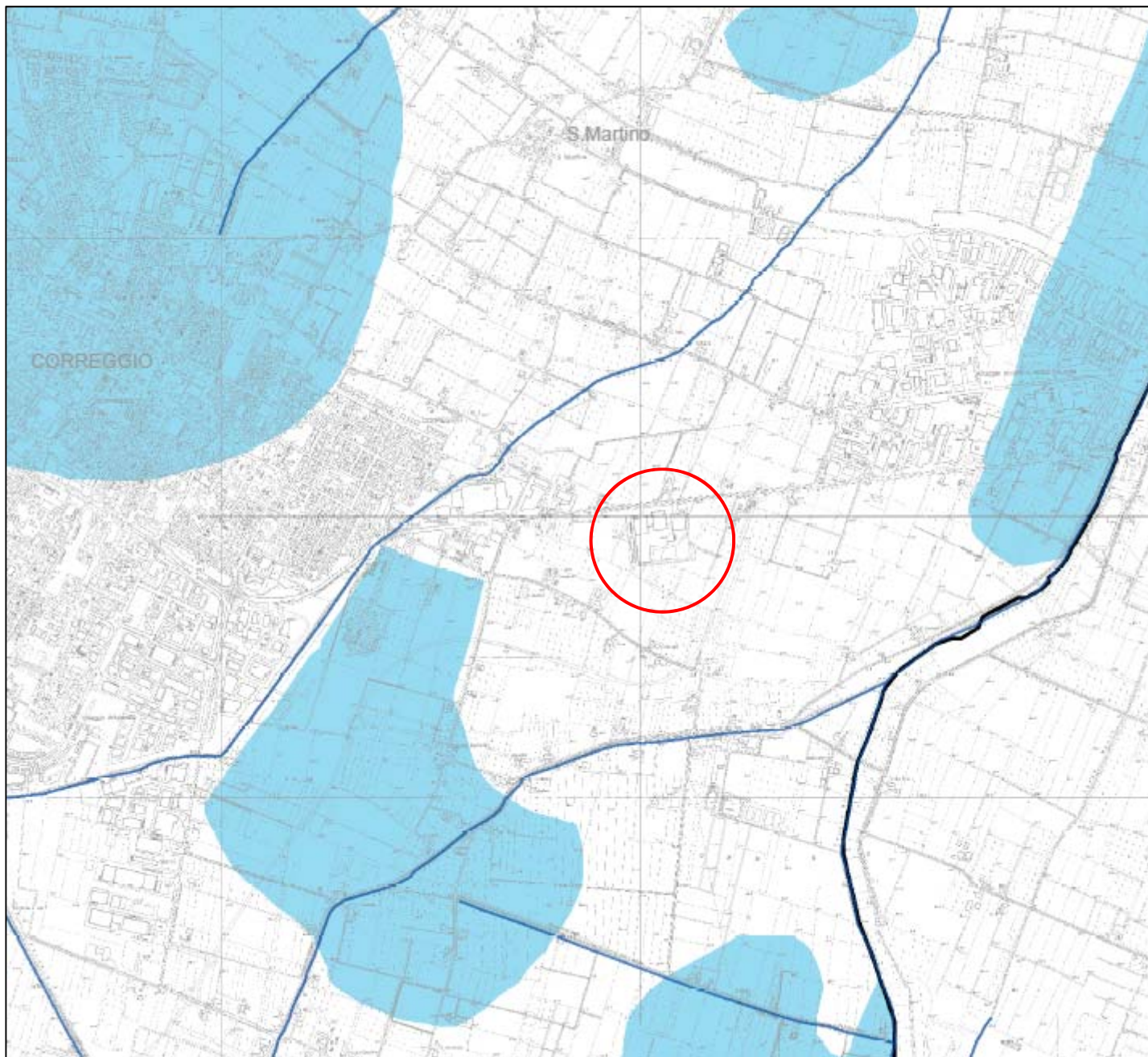
**Tav. 6 Carta delle aree storicamente inondate
dal 1936 al 2006**

**Estratto QC del PTCP Reggio Emilia
Scala 1:25.000**

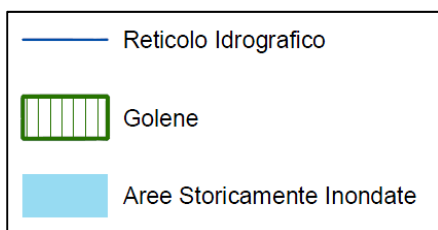


Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 7



LEGENDA:



Destinazioni di zona

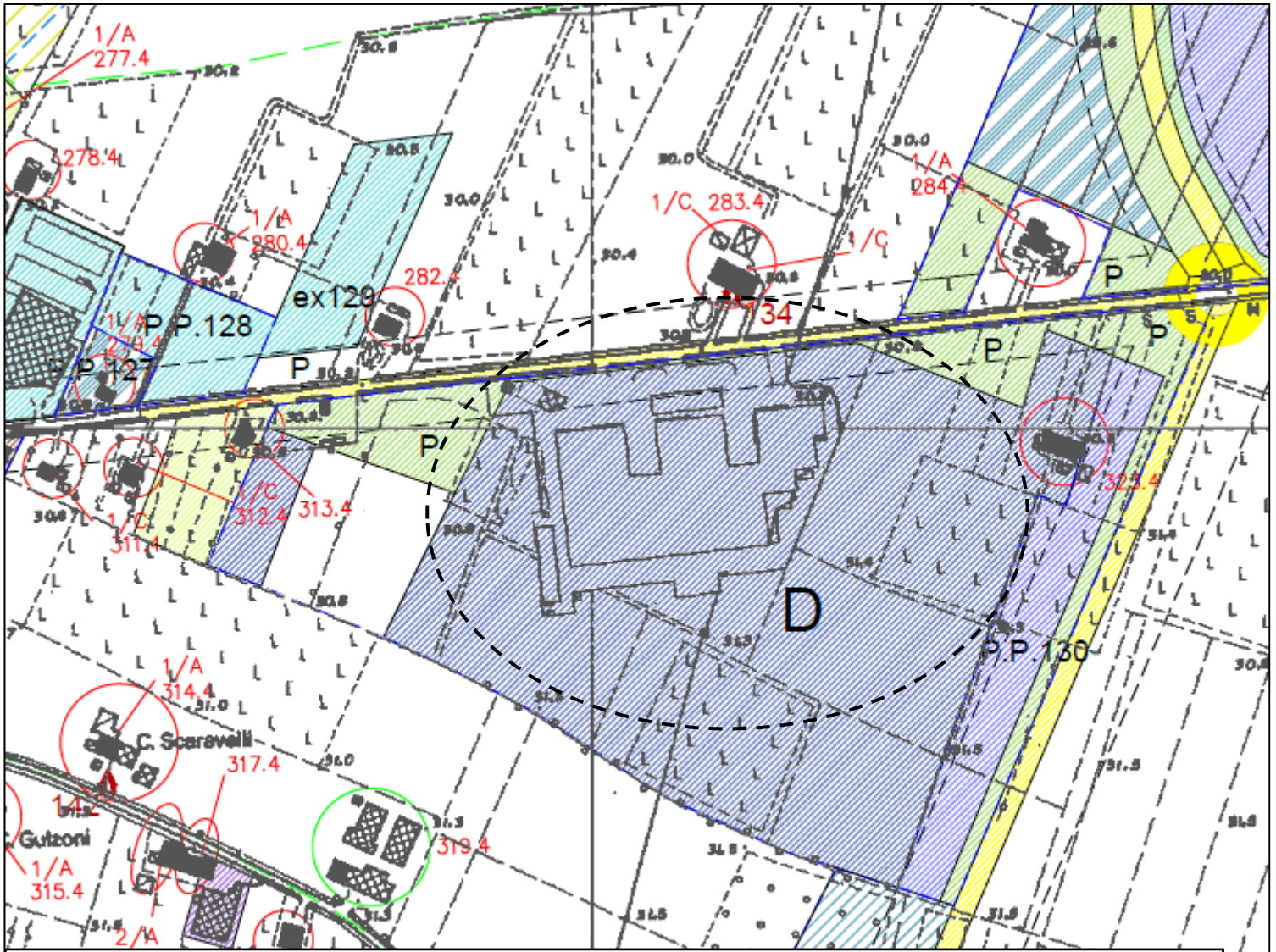
Tav. 2.4

Estratto PRG di Correggio
Scala 1:5.000



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 8



LEGENDA:

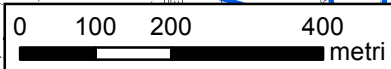
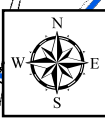
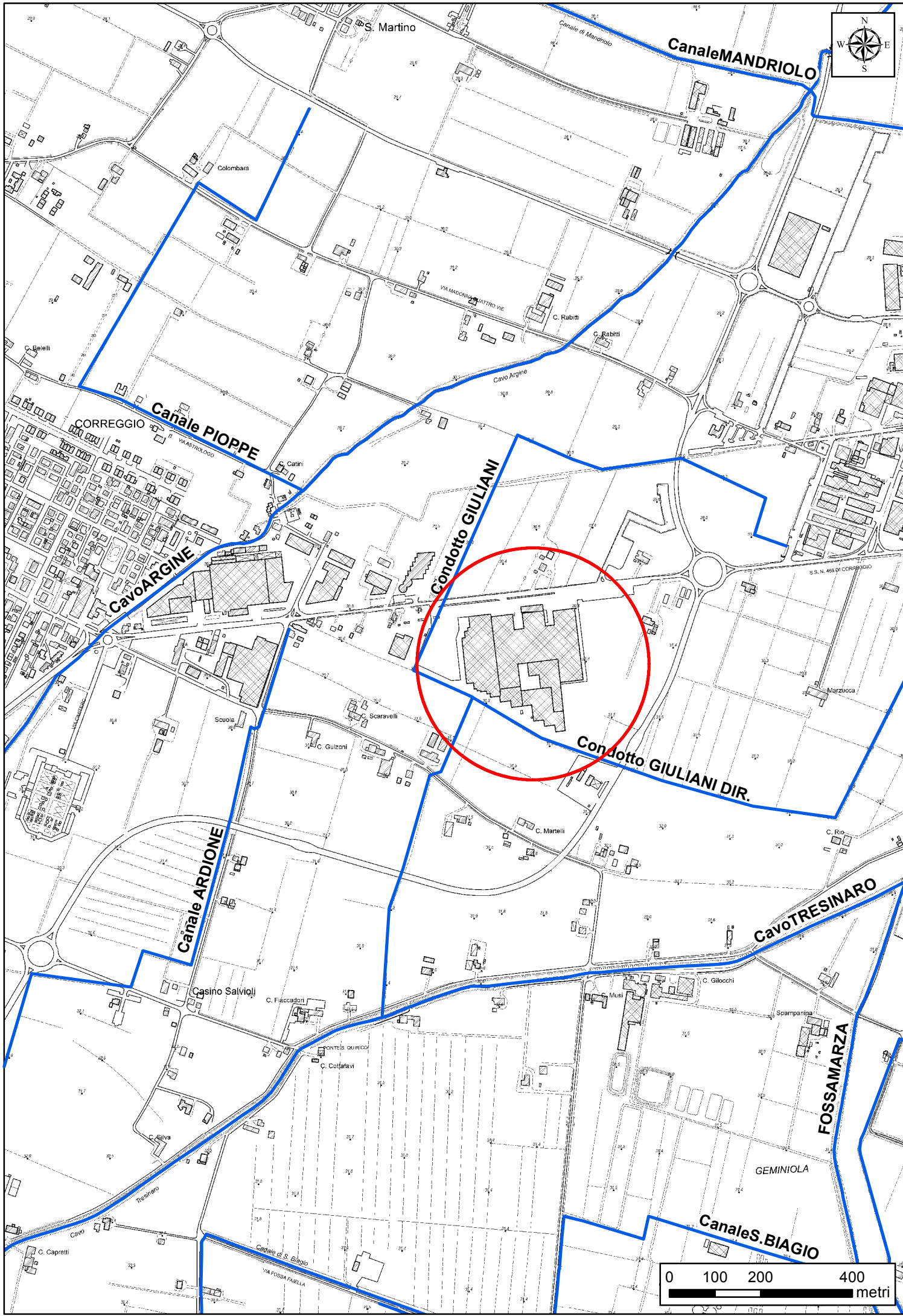
	Zona A.1 - CENTRO STORICO (Art. 53)		PARCO AGRICOLO DI VIA ASTROLOGO E VIA SAN MARTINO (Art. 109)
	Zone A.2 - TUTELA DI VILLE, PARCHI E GIARDINI (Art. 55)		Zone F.1 - ATTREZZATURE PUBBLICHE DI INTERESSE GENERALE (Art. 99)
	Zone A.3 - TUTELA DEI COMPLESSI MONUMENTALI DI CHIESE E CIMITERI (Art. 56)		B - per fruizione
	Zone B.1 - RESIDENZIALI DI COMPLETAMENTO (Art. 59)		C - ricreativo - sportive
	Zone B.2 - RESIDENZIALI DI COMPLETAMENTO - in rispetto dei Piani Attuativi di riferimento (Art. 60)		D - cimiteri e luoghi di culto
	Zone B.3 - TUTELA DEL VERDE PRIVATO (Art. 61)		E - per manifestazioni ed eventi temporanei
	Zone B.4 - RESIDENZIALI DI RISTRUTTURAZIONE NELLE FRAZIONI (Art. 62)		F - socio - sanitarie
	Zone B.5 - RISTRUTTURATE DI COMPLETAMENTO - nei rispetti dei Piani Attuativi di riferimento (Art. 63)		Zone F.2 - ATTREZZATURE TECNICHE E TECNOLOGICHE (Art. 100)
	Zone B.6 - DI RISTRUTTURAZIONE A DESTINAZIONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE (Art. 64)		Zone F.3 - ZONE DESTINATE ALLA VIABILITÀ (Art. 101)
	Zone C - RESIDENZIALI DI ESPANSIONE (Art. 65, 66)		Zone F.4 - ZONE DI RISPETTO DEI METANODOTTI (Art. 102)
	Zone C.1 - CORTI RESIDENZIALI A IMPIANTO MORFO - TIPOLOGICO SPERIMENTALE (Art. 67)		METANODOTTO IN PROGETTO
	Zone D.1 - INDUSTRIALI E ARTIGIANALI DI COMPLETAMENTO (Art. 71)		FASCE DI RISPETTO DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE E FERROVIARIE (Art. 103)
	Zone D.2 - "Villaggio Artigiano" (Art. 72)		SPAZI DI SOSTA E PARCHEGGIO (Art. 104)
	Zone D.3 - INDUSTRIALI E ARTIGIANALI DI ESPANSIONE (Art. 73)		PERCORSI PEDONALI E CICLABILI (Art. 105)
	Zone D.4 - INDUSTRIALI DI ESPANSIONE PER INSEDIAMENTI TECNOLOGICAMENTE AVANZATI (Art. 74)		Zone G.1 - SERVIZI DI BASE (Art. 107)
	Zone D.5 - PER ATTREZZATURE TECNICHE E DISTRIBUTIVE DI COMPLETAMENTO (Art. 75)		a - scuola materna
	Zone D.6 - PER ATTREZZATURE TERZIARIE - DIREZIONALI DI COMPLETAMENTO (Art. 76)		b - scuola elementare
	Zone D.7 - PER ATTREZZATURE TURISTICO - ALBERGHIERE DI COMPLETAMENTO (Art. 77)		c - scuola media
	Zone D.8 - PER ATTREZZ. TERZIARIE - DIREZIONALI - DISTRIBUTIVE - RICETTIVE DI ESPANSIONE (Art. 78)		d - servizio civico
	Zone D.9 - PER GRANDI IMPIANTI INDUSTRIALI (Art. 79)		e - servizio sociale
	Zone D.10 - DI RISTRUTTURAZ. A PREVAL. DESTINAZIONE TERZIARIA - DIREZIONALE - DISTRIBUTIVA (Art. 80)		f - servizio religioso
	Zone D.11 - PER IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE DEL CARBURANTE PER USO AUTOTRAZIONE (Art. 81)		Zone G.2 - VERDE PUBBLICO ATTREZZATO (Art. 108)
	Zone D.12 - PER ATTIVITÀ ESTRATTIVE (Art. 82)		AMBITO MULTIFUNZIONALE DI RIQUALIFICAZIONE URBANA (Art. 50)
	Zone D.13 - ATTREZZATURE A RASO PER ATTIVITÀ SPORTIVO - RICREATIVE (Art. 83)		AMBITO MULTIFUNZIONALE DELLA "CAMPAGNA - PARCO" (Art. 51)
	Zone E.1 - AGRICOLE NORMALI (Art. 94)		ZONE DI TUTELA DEGLI ELEMENTI DELLA CENTURIAZIONE (Art. 119)
	Zone E.2 - AGRICOLE DI RISPETTO DELL'ABITATO (Art. 95)		ZONE DI TUTELA STORICO ARCHEOLOGICA (Art. 233)
	Zone E.3 - AGRICOLE DI TUTELA DEI CARATTERI AMBIENTALI DI CAVI E CANALI (Art. 96 e 121)		AREE DI RIEQUILIBRIO ECOLOGICO (Art. 114)
	Zone E.4 - CANALI ECOLOGICI DEI CAVI NAVIGLIO E TRESINARO (Art. 97)		AREE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE E/O RINATURALIZZAZIONE (Art. 124)
	Zone E.6 - AGRICOLA DELLA CAMPAGNA PARCO (Art. 98 bis)		INVASI ED ALVEI DI BACINI E CORSI D'ACQUA (Art. 123)
	Area in esame		ZONE DESTINATE A PARCHEGGI E A FASCE DI RISPETTO PIANTUMATE
			PERIMETRO DI COMPARTO DI INTERVENTO URBANISTICO PREVENTIVO
			LIMITI DI RISPETTO CIMITERIALE

Idrografia superficiale
Scala 1:10.000



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 9



Canale MANDRIOLO

Canale PIOPPE

Cavo ARGINE

Canale ARDIONE

Cavo TRESINARO

Canale S. BIAGIO

FOSSAMARZA

Condotto GIULIANI

Condotto GIULIANI DIR.

S. Martino

Colombara

CORREGGIO

Scuola

Casino Salvioli

GEMINIOLA

Canale di Mandriolo

VIA MANDRIOLO

VIA MANDRIOLO

Cavo Argine

C. Rabitti

C. Rabitti

Catini

C. Scaravelli

C. Gulzoni

C. Martelli

C. Fiaccadori

C. Cortesavi

FONTES QUIRICO

C. Giocchi

Musti

Sparranina

C. Ro

C. Capretti

Canale di S. Biagio

VIA FOSSA PAELLA

S.S. N. 408 DI CORREGGIO

Marzucca

Cavo

Teosano

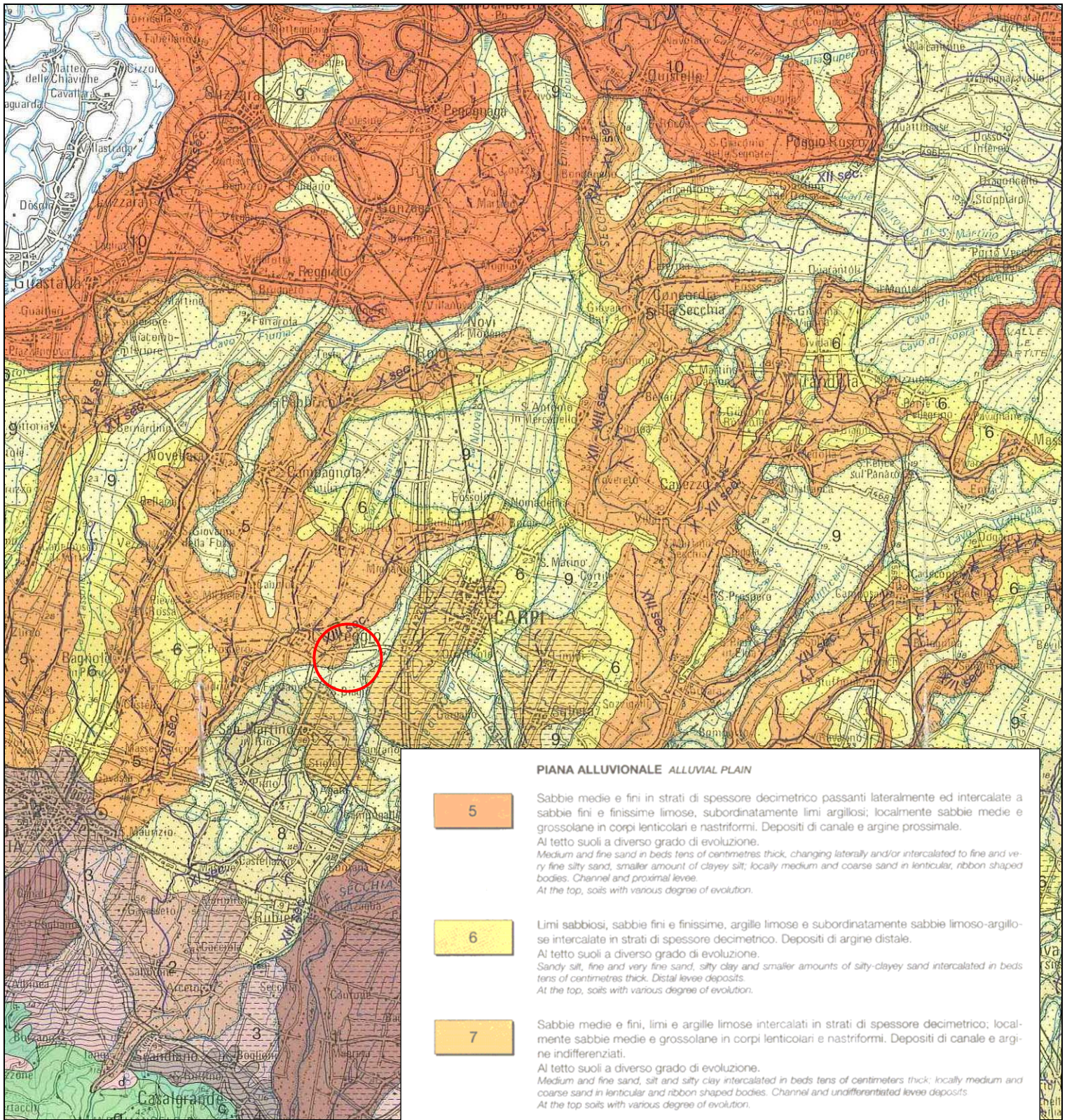
C. Capretti

**Carta geologica RER
di pianura dell'Emilia Romagna
Scala 1 : 250.000**



Ubicazione area in oggetto

ALLEGATO N. 10



PIANA ALLUVIONALE ALLUVIAL PLAIN

5

Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale.
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
Medium and fine sand in beds tens of centimetres thick, changing laterally and/or intercalated to fine and very fine silty sand, smaller amount of clayey silt; locally medium and coarse sand in lenticular, ribbon shaped bodies. Channel and proximal levee.
 At the top, soils with various degree of evolution.

6

Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale.
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
Sandy silt, fine and very fine sand, silty clay and smaller amounts of silty-clayey sand intercalated in beds tens of centimetres thick. Distal levee deposits.
 At the top, soils with various degree of evolution.

7

Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
Medium and fine sand, silt and silty clay intercalated in beds tens of centimetres thick; locally medium and coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.
 At the top soils with various degree of evolution.

8

Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
Clayey silt and sandy silt, smaller amounts of fine and very fine sand, in beds tens of centimetres thick; locally sand in lenticular and ribbon-shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.
 At the top soils of various degree of evolution.

9

Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.
Silty clay, clay and laminated clayey silt, locally concentrations of partially decomposed organic matter. Back-swamp deposits.

10

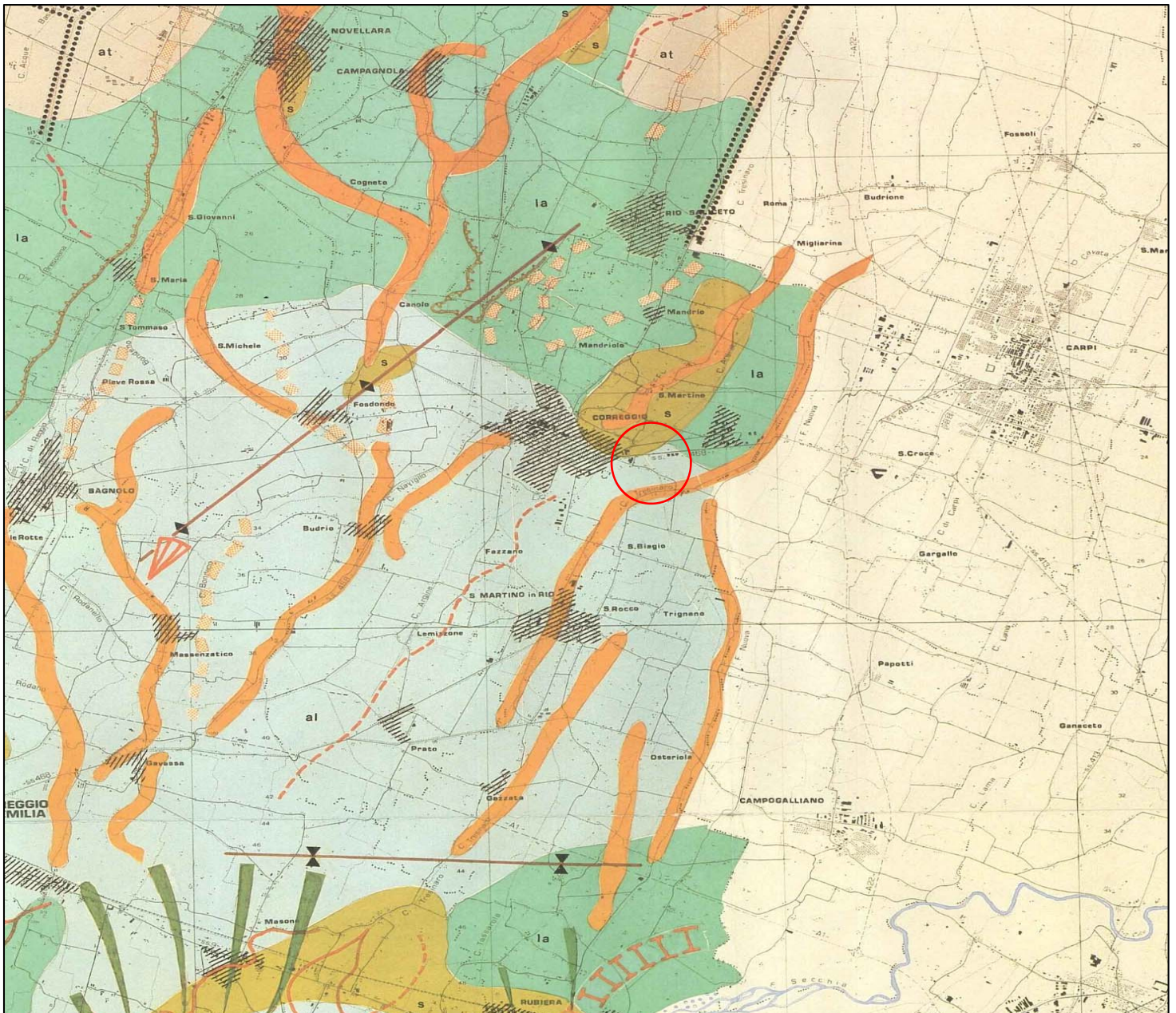
Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri.
 Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
Medium and coarse sand, to a lesser extent gravel and sandy gravel, smaller amounts of silt and sandy silt in bed tens of centimetres thick. Meander belt deposits.
 At the top, soils of various degree of evolution.

**Carta geomorfologica Provincia di Reggio Emilia
della pianura reggiana
Scala 1 : 300.000**



Ubicazione area in oggetto



ALLEGATO N. 11






LITOLOGIA DI SUPERFICIE

-  Argille con torba.
-  Argille variamente limose.
-  Limi e limi argillosi o sabbiosi.
-  Sabbie a varia granulometria.
-  Sabbie con ghiaia.
-  Alluvioni wurmiane, ghiaie sabbie con alterazione <1 m.
-  Depositi rissiani con paleosuolo: glacis d'erosione con coperture di loess.
-  Alluvioni mindeliane, ghiaie con paleosuolo.





TRACCIA DI CORSO FLUVIALE ESTINTO A LIVELLO DELLA PIANURA O LEGGERMENTE INCASSATO

-  a) ben conservata.
-  b) mal conservata.




DOSSO FLUVIALE CON PIEDE BEN DEFINITO RISPETTO ALLE PIANE CIRCOSTANTI

-  a) ben rilevato.
-  b) poco rilevato.
-  Dosso fluviale ampio a dolce convessità.








LINEAMENTI STRUTTURALI

-  Linea di faglia.
-  Gradino di faglia.
-  Assi di anticlinali e sinclinali.
-  Inclinazione anomala della superficie topografica.

IDROGRAFIA

-  Corso d'acqua, canale.
-  Golena.
-  Letto di fiume-torrente a canali intrecciati inondato saltuariamente.

FORME E DEPOSITI FLUVIALI

-  Incisione di corso d'acqua.
-  Scarpata o pendio delimitante un terrazzo.
-  Canale di esondazione.
-  Depressione palustre di risorgiva.
-  Conoide alluvionale.
-  Ventaglio di esondazione.
-  Area depressa in pianura alluvionale.