Garda Chiese
consorzio di bonifica

Corso V. Emanuele II, 122 - 46100 MANTOVA
Telefono 0376321278 email: info@gardachiese.it
Codice Fiscale: 01706580204

PIANO DI CLASSIFICAZIONE DEGLI IMMOBILI

Redatto ai sensi dell'articolo 90 della Legge Regionale n. 31/2008 e delle linee guida approvate con D.G.R. 17/4/2015 - n. X/3420

Redazione: Consorzio di Bonifica Garda Chiese

Supporto tecnico-scientifico: DIGITAL DROP SRL - Milano

Emissione dicembre 2024

Adozione con Delibera del Consiglio di Amministrazione n. 199 del 23/01/2025

Revisione ottobre 2026 a seguito osservazioni Regione Lombardia

Adozione definitiva con Delibera del Consiglio di Amministrazione n. 405 del 19/10/2026

Indice

PREMESSA 5

1. CLASSIFICAZIONE DEI COSTI E DEGLI ONERI DA METTERE A CONTRIBUENZA 6

1.1 BONIFICA E DIFESA IDRAULICA 6
1.2 IRRIGAZIONE E ALTRI USI PRODUTTIVI 7
1.3 PRESIDIO IDROGEOLOGICO 7
1.4 SERVIZIO DI SCARICO 8
1.5 BENEFICIO DI TUTELA AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE A FINI FRUITIVI DEI TERRITORI 9
1.6 CONCLUSIONI 10

2. IL CONSORZIO DI BONIFICA GARDA CHIESE 15

2.1 IL COMPRENSORIO 15
2.2 IL RETICOLO IDRICO E LE OPERE GESTITE 16
2.3 ATTIVITÀ DEL CONSORZIO 16
2.4 STRUTTURA ORGANIZZATIVA 20

3. RIPARTO DEGLI ONERI DI BONIFICA 48

3.1 DEFINIZIONE DEL PERIMETRO DI CONTRIBUENZA 48
3.2 CRITERI PER IL RIPARTO DEGLI ONERI DI BONIFICA 49
3.3 INDICE DI PRODUZIONE DI DEFLUSSO IPD 50
3.3.1 IL METODO DEL CURVE NUMBER 51
3.3.2 ATTRIBUZIONE DEL VALORE DI CN 52
3.3.3 DETERMINAZIONE DELLA PIOGGIA DI PROGETTO 54
3.3.4 ATTRIBUZIONE DEI VALORI DI IPD 55
3.4 INDICE DI PERCORSO DI BONIFICA IPB 56
3.5 INDICE DI INTENSITÀ DELLE OPERE DI BONIFICA IIB 57
3.6 INDICE TECNICO FINALE PER IL RIPARTO DEGLI ONERI DI BONIFICA 58
3.7 RIPARTO DEGLI ONERI DI BONIFICA 59

4. RIPARTO DEGLI ONERI DI IRRIGAZIONE 77

4.1 BACINO DI CONTRIBUENZA E ZONE OMOGENEE 77
4.2 CRITERI PER IL RIPARTO DEGLI ONERI DI IRRIGAZIONE 78
4.2.1 INDICE DI DOTAZIONE IRRIGUA IDI 78
4.2.2 INDICE DI ADDUZIONE IRRIGUA IAI 80
4.2.3 INDICE DI ELASTICITÀ DELL'IRRIGAZIONE IEI 81
4.2.4 INDICE DI DOTAZIONE ENERGETICA IDE 81
4.3 INDICE TECNICO FINALE PER IL RIPARTO DEGLI ONERI DI IRRIGAZIONE 82
4.3.1 BACINO ALTO MANTOVANO 82
4.3.2 BACINI MEDIO MANTOVANO E DESTRA CHIESE 82
4.3.3 BACINO COLLI MORENICI 84
4.4 RIPARTO DEGLI ONERI DI IRRIGAZIONE 87

5. RIPARTO DEI COSTI INDIRETTI, DEI COSTI DIRETTI CONGIUNTI E DELLE ENTRATE EXTRA-CONTRIBUENZA 96

5.1 GENERALITÀ 96
5.2 INDICI DI RIPARTO 96

5.3 RIPARTO DEI COSTI E DELLE ENTRATE EXTRA-CONTRIBUENZA 99
ALLEGATI 101
BIBLIOGRAFIA 102

Premessa

Il presente Piano di Classificazione degli Immobili (o più semplicemente Piano di Classifica) è redatto conformemente ai "*Criteri, indirizzi e modalità procedimentali per l'elaborazione e l'approvazione dei piani di classificazione degli immobili, ai sensi dell'articolo 90 della Legge Regionale n. 31/2008*", emanati dalla Regione Lombardia con Delibera della Giunta Regionale n. 3420/2015.

Il Piano di Classifica è lo strumento tecnico-amministrativo con cui vengono ripartiti tra i consorziati gli oneri sostenuti dal Consorzio per lo svolgimento delle sue attività istituzionali nel territorio comprensoriale a favore degli immobili che vi ricadono.

I consorziati comprendono i proprietari pubblici e privati dei beni immobili, agricoli e extragricoli, ubicati nel comprensorio, nonché i conduttori singoli o associati che per legge, per statuto consortile o per contratto sono tenuti a pagare i contributi consortili di cui all'articolo 90 della L.R. 5 dicembre 2008 n° 31.

Il presupposto dell'obbligazione contributiva è il beneficio specifico e diretto che il singolo immobile riceve dall'esecuzione delle opere di bonifica. Il contributo consortile è un onere reale di natura tributaria ed è una prestazione patrimoniale pubblicistica imposta, prevista dal Codice Civile (artt. 860 e ss.), dalla legislazione speciale nazionale (artt. 10,59 R.D 215/1933), dalle leggi regionali (art. 90, commi 2 e 4, della L.R. Lombardia 5 dicembre 2008, n. 31).

1. Classificazione dei costi e degli oneri da mettere a contribuenza

I costi e gli oneri da mettere a contribuenza sono definiti come l'insieme delle uscite correnti al netto delle entrate correnti extra-contribuenza. Per una loro corretta determinazione devono essere definiti opportuni centri di costo per l'attribuzione delle spese e delle entrate in relazione ai diversi servizi erogati. A ciascun centro di costo vengono attribuiti i costi diretti e quota parte dei costi diretti congiunti e indiretti. Questi ultimi comprendono i costi non riferibili a specifiche attività di esercizio e di manutenzione effettuate nell'area di interesse.

Il dettaglio della classificazione dei costi e delle entrate extra-contribuenza è riportato nelle **tabelle 1.1 e 1.2** ove sono elencate le voci del bilancio consortile.

I criteri regionali individuano le modalità di riparto degli oneri da mettere a contribuenza nei diversi centri di costo in funzione dei benefici derivanti dall'attività del Consorzio, prevedendo in particolare:

- la classificazione degli immobili per la suddivisione degli oneri di **bonifica e difesa idraulica**: il beneficio di difesa idraulica e di bonifica è individuato nel vantaggio che gli immobili traggono dal complesso degli interventi volti al mantenimento dell'efficienza e della funzionalità del reticolo idraulico e delle opere di bonifica che preservano il territorio da fenomeni di allagamento e ristagno di acque, comunque generati;
- la classificazione degli immobili per il riparto degli oneri di **irrigazione e di altri usi produttivi**: il beneficio consiste nel vantaggio che gli immobili traggono dalle opere di accumulo, derivazione, adduzione, circolazione e distribuzione di acque irrigue nonché nell'utilizzo delle acque per fini produttivi non agricoli: energetici, raffreddamento di impianti, itticoltura, ecc.;
- la classificazione degli immobili per il riparto degli oneri di **presidio idrogeologico**; il beneficio è individuato nel vantaggio che gli immobili traggono dalle opere e dagli interventi di bonifica, nonché dalle opere di regimazione delle acque superficiali finalizzate a difendere il territorio dal dissesto idrogeologico
- la determinazione del contributo per il **servizio di scarico**, che è dovuto, secondo quanto specificato dall'art. 90 comma 7 della legge 31/2008, da "*chiunque, ancorché non consorziato, utilizza a qualsiasi titolo e uso acque superficiali o sotterranee oppure canali consortili come recapito di scarichi di origine non meteorica, anche se depurati e provenienti da insediamenti di qualsiasi natura*".
- la classificazione degli immobili per il riparto degli oneri di **beneficio ambientale e di valorizzazione ai fini fruitivi del territorio**, il cui beneficio è individuato nel vantaggio che gli immobili traggono dall'irrigazione, dalla bonifica e dall'azione di manutenzione e presidio dei corsi d'acqua e dei canali gestiti dal Consorzio che costituiscono componenti paesaggistiche.

Per la corretta definizione del Piano di Classificazione degli Immobili Consortili è preliminarmente necessario calare le definizioni proposte dai criteri emanati da Regione Lombardia alla realtà comprensoriale del Consorzio di bonifica Garda Chiese, che può essere approfondita dalla consultazione del **Piano Comprensoriale di bonifica, Irrigazione e Tutela del Territorio Rurale** redatto dal Consorzio e approvato con D.G.R. n. XI/2642 del 16/12/2019.

1.1 Bonifica e difesa idraulica

Le Linee Guida definiscono in modo unitario il "**beneficio di difesa idraulica e di bonifica**" utilizzando indistintamente le espressioni "bonifica idraulica", "bonifica" o "difesa idraulica", con ciò lasciando

intendere l'evidente difficoltà nello scindere le due attività nel contesto territoriale di un Consorzio di bonifica.

La norma precisa comunque che il beneficio derivante dalla "**bonifica**" è quantificato nell'onere sostenuto dal Consorzio per gestire il reticolo su cui ha competenza e gli impianti necessari per allontanare i deflussi generati in ogni area omogenea nell'area mentre gli oneri di "**difesa idraulica**" derivano dalle opere per la regolazione e regimazione dei deflussi di piena prodotti in altre aree omogenee, nel caso in cui questi ultimi, siano in grado di arrecare danno all'interno dell'area in esame in assenza delle suddette opere e del loro esercizio.

A livello normativo, dunque, pur assimilando tra loro le due funzioni, si è voluto porre in particolare evidenza il ruolo attivo esercitato dall'attività specifica volta alla salvaguardia di determinate aree in ragione di un'attività (ad esempio attraverso lo smaltimento di acque non di competenza del bacino stesso) ponendo quindi l'accento, attraverso il concetto di difesa idraulica, sui casi in cui l'attività consortile svolge una funzione attiva di protezione nei confronti di altri territori.

Nella realtà comprensoriale del Consorzio Garda Chiese le attività di "bonifica" e "difesa idraulica" risultano comunque assimilabili, essendo legate ai medesimi processi fisici di drenaggio del suolo e trasporto idraulico: il Piano prevede l'individuazione di un unico centro di costo di "bonifica" coincidente con il perimetro di contribuenza assorbendo al suo interno pertanto anche il concetto di "difesa idraulica".

Il Consorzio svolge tale attività attraverso la raccolta, lo smaltimento e la regimazione: delle acque meteoriche cadute nel comprensorio, delle acque irrigue non utilizzate oppure dei coli prodotti dai terreni a seguito dell'attività irrigua, delle acque derivanti dagli scarichi di ogni natura.

Il beneficio conseguente all'attività svolta è rivolto sia alla proprietà dei terreni agricoli, sia alla proprietà dei fabbricati urbani, industriali e a tutte le proprietà immobiliari, comprese le infrastrutture presenti sul territorio.

1.2 Irrigazione e altri usi produttivi

La captazione e distribuzione di acqua per l'**"irrigazione"** rappresenta l'attività storica e tradizionale di gestione delle acque per cui sono nati i Consorzi irrigui, di cui gli attuali Consorzi hanno ereditato le funzioni.

Gli oneri sostenuti per "**altri usi produttivi**" comprendono usi energetici derivanti dallo sfruttamento dei dislivelli e dei salti d'acqua per la produzione di energia idroelettrica e usi produttivi non agricoli inerenti differenti utilizzi, diretti e indiretti, dell'acqua nei processi produttivi, dal raffreddamento degli impianti, alla difesa antincendio, al recupero energetico, alla attività di itticoltura, ecc..

Per tali aspetti il Consorzio opera già mediante specifiche convenzioni o mediante lo strumento della concessione di polizia idraulica stabilendo di volta in volta gli eventuali concorsi di spesa nella gestione e manutenzione del reticolo consortile da porre a carico delle ditte titolari di tali usi.

1.3 Presidio idrogeologico

Gli oneri di "**presidio idrogeologico**", così come definiti dai criteri regionali, presuppongono la gestione di particolari opere finalizzate a fronteggiare i fenomeni di dissesto idrogeologico.

Secondo la definizione fornita dalle linee guida il Consorzio non pare gestore di opere di tale tipologia, ma si ritiene comunque che anche in questo caso la dizione "dissesto idrogeologico" possa essere,

secondo la comune accezione del termine, associata ad attività analoghe a quelle di bonifica condotte dal Consorzio. Pertanto gli eventuali oneri sostenuti dal Consorzio che rientrassero nella categoria relativa al dissesto idrogeologico vengono già ripartiti secondo i criteri relativi all'attività di bonifica.

1.4 Servizio di scarico

Gli oneri relativi a "**scarichi**" sono, secondo le definizioni regionali, riferiti alle portate di origine non meteorica accolte nel reticolo in gestione al Consorzio.

Per il comprensorio l'entità di tali deflussi non è da ritenersi significativa e risulta altresì difficile individuare specifici oneri sostenuti dal Consorzio separatamente da quelli ordinariamente sostenuti per l'attività di bonifica.

Trattasi di portate scaricate generalmente costanti nel tempo, trascurabili rispetto ai contributi di piena determinati da acque meteoriche e confrontabili con quelle presenti in periodo di magra derivante dall'apporto dei fontanili.

Il censimento di tali scarichi ha consentito di evidenziare che il contributo maggiore deriva dal depuratore di Castiglione delle Stiviere, che scarica nel Fosso Gerra una portata ordinaria dell'ordine di 300 l/s che confluisce in quella presente nel reticolo di superficie. Dal punto di vista quantitativo l'aggravio gestionale risulta dunque di scarsa rilevanza.

Nel periodo estivo le portate scaricate nel reticolo gestito dal Consorzio si mescolano a quelle immesse artificialmente e vengono utilizzate a scopo irriguo, di fatto attuando il cosiddetto "riuso delle acque reflue".

Per quanto sopra, si ritiene di non evidenziare uno specifico costo per il servizio di scarico di acque di origine non meteorica per gli immobili all'interno del comprensorio, ritenendo che tale costo sia assorbito dal tributo di bonifica. Non si reputa pertanto necessario un censimento analitico e una rappresentazione cartografica degli stessi.

Ciò non esclude che, in presenza di situazioni particolari, il Consorzio possa consensualmente sottoscrivere con i titolari di scarichi specifici accordi che prevedano la quantificazione di determinati costi incidenti sulle attività del Consorzio.

Diversa valutazione andrebbe invece condotta dal punto di vista qualitativo, atteso che, ponendo l'attenzione agli scarichi degli impianti di depurazione, i fanghi di fondo fungono da accumulatori delle sostanze inquinanti che sono trasportate dalla corrente e che sedimentano sul fondo e sulle sponde. Si ricorda a tale proposito quanto sancito dall'art.10 della d.g.r. n. X/3420/2015: "*Nella determinazione del canone, oltre che degli aspetti quantitativi (portata recapitata nel reticolo consortile), i consorzi possono tenere conto anche degli aspetti qualitativi delle acque scaricate (in particolare del carico di nutrienti), ai quali si può attribuire un eccessivo accrescimento della vegetazione e, conseguentemente, un aumento dei costi di manutenzione ordinaria (sfalcio erbe e pulizia) dei canali*".

Pertanto, pur se in presenza di portate scaricate ridotte, l'effetto a lungo termine degli scarichi si traduce in un aggravio di manutenzione a causa del deterioramento qualitativo dei materiali di espurgo. Anche le strade e i piazzali restituiscono alla bonifica le loro acque di lavaggio contenenti sostanze inquinanti. Il Consorzio si riserva l'approfondimento del tema al fine di valutare la possibilità di imputare il sovraccosto per la rimozione del sedimento inquinato al soggetto inquinatore.

Un ultimo aspetto da considerare in merito al tema del servizio di scarico deriva dall'apporto che alcuni canali consortili ricevono da bacini situati al di fuori del comprensorio. È il caso ad esempio dei colatori

posti nella porzione comprensoriale in destra del fiume Chiese che originano fuori comprensorio, oppure del Canale Arnò, che veicola acque di scarico recapitate tramite la Roggia Lonata.

Anche in questo caso, si ritiene che il tema debba essere affrontato mediante accordi convenzionali con gli enti gestori dei corsi d'acqua a monte ovvero con i titolari degli scarichi ubicati fuori comprensorio.

1.5 Beneficio di tutela ambientale e valorizzazione a fini fruitivi dei territori

Non vi sono dubbi che il territorio comprensoriale e alcune sue porzioni in particolare traggano, dall'operato del Consorzio, un evidente "**beneficio di tutela ambientale e di valorizzazione a fini fruitivi del territorio**".

La circolazione idrica e la presenza di vegetazione spondale rende la rete dei canali di bonifica e irrigazione molto importante dal punto di vista naturalistico come struttura di connessione all'interno delle reti ecologiche. Le attività del Consorzio incrementano il valore insito in questo tipo di canali con una gestione della vegetazione e delle sezioni idrauliche attenta agli aspetti naturalistici, oltre che idraulici, ma anche con azioni specificamente mirate alla conservazione di ambienti naturali preesistenti (ad esempio, ambienti umidi perifluviali).

Si pensi ancora agli effetti benefici legati alla diluizione ed alla capacità di autodepurazione dei corpi idrici consortili o al ravvenamento della falda prodotto dall'infiltrazione di parte delle acque circolanti nelle reti di adduzione e distribuzione consortili, che determina una maggiore e meno onerosa possibilità di attingimento da acque sotterranee.

La presenza di acqua, e in particolare di acqua fluente, ha sempre costituito un elemento di pregio in grado di valorizzare i luoghi del vivere umano. Nel caso dei canali agricoli della pianura lombarda, inoltre, si tratta di un elemento fondante del paesaggio stesso, così come molti dei manufatti idraulici. Questi ultimi, rappresentano anche un elemento di memoria storica e nel caso di quelli maggiori anche un elemento di pregio architettonico.

I canali, inoltre, sono spesso un'occasione di fruizione in relazione alla presenza delle strade alzaie che ben si prestano alla mobilità dolce ed alla pratica di attività ricreative e sportive come il ciclismo o la pesca.

Eclatante, per il Consorzio Garda Chiese, è la zona delle colline moreniche del Garda, che rappresentano probabilmente il caso più significativo di "bonifica irrigua" in Lombardia e certamente un'eccellenza anche a livello nazionale.

Qui in particolare l'avvento dell'irrigazione ha trasformato il paesaggio, rendendolo unico. La conformazione delle colline deriva dall'azione dell'antico ghiacciaio che ha depositato rocce, sassi, argilla e limi modellando in modo mirabile le forme dell'odierno paesaggio. Tuttavia, prima dell'avvento dell'acqua irrigua portata dal Consorzio, queste campagne erano improduttive e asciutte, vaste aree erano coperte da prati aridi, radi cespugli e da boschi di latifoglie; se oggi possiamo ammirare su questi sinuosi profili verdi la ricca e rigogliosa vegetazione che li rende unici e particolari, è grazie ad un elemento fondamentale: l'acqua.

Portare l'acqua sulle Colline Moreniche ha consentito lo sviluppo sociale ed economico, l'affermazione di un'agricoltura di eccellenza e la promozione di prodotti enogastronomici, l'insediamento di strutture ricettive e la fruizione del territorio per l'escursionismo e la mobilità dolce. Questo splendido scenario paesaggistico rappresenta oggi un patrimonio non solo del mondo agricolo ma di tutta la collettività.

Tutto ciò doverosamente premesso ed evidenziato, è tuttavia necessario purtroppo prendere atto che la formulazione proposta dai criteri regionali, anche in un caso ove appare fin troppo ovvio il beneficio ambientale e paesaggistico, non consente l'individuazione di metodologie di riparto dei costi derivanti dall'ottenimento di tali benefici.

Secondo l'enunciazione dei criteri regionali, infatti, tali benefici non sono diretti ad uno specifico immobile ma sono configurabili come prodotto "secondario" o "congiunto" dell'attività ordinaria del Consorzio (bonifica o irrigazione). È il caso ad esempio dei benefici derivanti ad un immobile in virtù della presenza di canali che ne migliorano la qualità estetica o il paesaggio circostante o consentono lo sviluppo di attività ricreative / turistiche. Poiché il costo di gestione e manutenzione dei canali viene sostenuto per svolgere le funzioni di bonifica e/o irrigazione, la generazione di un beneficio paesaggistico e ambientale risulta azione non autonoma rispetto alla funzione primaria, e non è quindi associata ad un costo che possa essere attribuito ad un immobile.

È dunque chiaro che non risulta semplice dimostrare un incremento del valore di singoli immobili legato ad attività di questa natura, che sembrano quindi essere più efficacemente riconducibili alla produzione di benefici di carattere diffuso, fruibile dalla generalità della popolazione del comprensorio e, molto spesso, anche extra-comprensorio, si pensi nella fattispecie al volume turistico legato al vicino lago di Garda.

Non risultano disponibili, allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, elementi che consentano di dimostrare che un beneficio di questo tipo (ovvero ambientale e di valorizzazione a fini fruitivi) tratto dagli immobili sia diretto e specifico, conseguito grazie all'azione consortile, tale cioè da tradursi in una qualità dell'immobile stesso e strettamente incidente sulle sue condizioni e sul suo valore.

Per tale motivo il presente Piano non può prevedere l'imputazione diretta agli immobili di oneri per il beneficio ambientale e di valorizzazione a fini fruitivi del territorio, auspicando chiaramente che tale lacuna sia quanto prima colmata in modo da tradurre il beneficio in indici specifici applicabili su gruppi di immobili ben determinati.

L'altra opzione proposta dai criteri regionali è l'attribuzione di parte dei costi sostenuti dal Consorzio a enti locali rappresentativi dei fruitori dei benefici ambientali di che trattasi; in questo caso i benefici sono considerati di carattere diffuso e non sono quindi associabili a proprietari di specifici immobili. Tale azione, qualora possibile a attuabile, verrà certamente perseguita dal Consorzio mediante specifici accordi o convenzioni, ma è del tutto evidente la difficoltà insita in un tale procedimento.

1.6 Conclusioni

Sulla base delle considerazioni sopra espresse, il Piano di Classifica del Consorzio di bonifica Garda Chiese ha come scopo l'individuazione dei criteri con cui il Consorzio deve ripartire tra i beneficiari gli oneri per le attività di **bonifica** e quelle di **irrigazione**.

Per la definizione della quota dei costi derivanti dalle attività consortili di pertinenza dei vari immobili che ne beneficiano, si procede tenendo presente tre elementi concorrenti:

- lo sforzo (e il costo) sostenuto dal Consorzio per esercitare la propria azione nel territorio in cui si manifesta lo specifico beneficio;
- le caratteristiche dell'immobile o dell'insieme di immobili che fruiscono del beneficio, atte a determinare l'entità del servizio erogato dal Consorzio;
- il valore dell'immobile.

Il primo elemento conduce alla necessità di individuare quali opere (e relativi costi di gestione) sono funzionali all'azione del Consorzio in relazione a ciascun tipo di beneficio. Di qui originano l'azione di zonizzazione in aree omogenee con i relativi centri di costo.

Gli altri due elementi stanno alla base rispettivamente degli indici tecnici ed economici. Gli indici tecnici consentono di differenziare tra loro gli immobili in funzione dell'intensità e della qualità del servizio fornito dal Consorzio: quelli proposti dai criteri regionali sono stati adattati alla realtà comprensoriale e, ove ritenuto necessario per una migliore caratterizzazione di alcune peculiarità del territorio, integrati con altri indici tecnici.

L'indice economico consente invece di tener conto, direttamente o indirettamente, della rilevanza economica di ciascun immobile (o beneficiario) nella ripartizione dei costi, secondo il principio in base al quale al variare del valore varia l'utilità che il possessore ritrae dall'azione consortile.

Se quindi il costo dell'attività consortile è una misura del beneficio assoluto per ogni tipo di beneficio, il prodotto tra indici tecnici e indici economici fornisce il metro per misurare il beneficio relativo, ossia i rapporti di beneficio esistenti tra gli immobili che insistono sul comprensorio consortile.

Tab. 1.1 - Classificazione dei costi

	indiretti
	diretti congiunti
	diretti congiunti personale di campagna
	diretti irrigazione
	diretti bonifica

Capitolo	Descrizione	tipologia
110101	IMPOSTE E TASSE	INDIRETTI
110201	ASSICURAZIONI RELATIVE AGLI IMMOBILI DI PROPRIETA' CONSORZIALE	INDIRETTI
120101	INTERESSI PASSIVI MUTUI IN CORSO E TESORERIA	DIRETTI CONGIUNTI
130101	INDENNITA' DI CARICA, GETTONI DI PRESENZA E RIMBORSO SPESE VIVE AGLI AMMINISTRATORI E REVISORI	INDIRETTI
130102	CONTRIBUTI, PREVIDENZIALI E ASSICURAZIONE INFORTUNI AMMINISTRATORI	INDIRETTI
130201	SPESE DI RAPPRESENTANZA	INDIRETTI
130203	SPESE PER COMUNICAZIONE	INDIRETTI
130301	SPESE ELETTORALI	INDIRETTI
130401	CONTRIBUTI ASSOCIATIVI ANBI, SNEBI E URBIM	INDIRETTI
130402	SPESE GESTIONE G.A.L.	INDIRETTI
130501	SPESE LEGALI E NOTARILI	DIRETTI CONGIUNTI
130601	SPESE PER LA TESORERIA	INDIRETTI
130701	COMPENSI PER LA RISCOSSIONE DEI CONTRIBUTI CONSORTILI	INDIRETTI
130801	SPESE PER LA CONSERVAZIONE DEL CATASTO	INDIRETTI
130901	SGRAVI E RIMBORSI	DIRETTI CONGIUNTI
130902	RISARCIMENTO DANNI E FRANCHIGIA CONTRATTUALE	DIRETTI CONGIUNTI
131101	SPESE PER IL FUNZIONAMENTO DEGLI UFFICI - RISCALDAMENTO - CONDIZIONAMENTO	INDIRETTI
131102	SPESE PER IL FUNZIONAMENTO DEGLI UFFICI - ENERGIA ELETTRICA - ACQUA POTABILE	INDIRETTI
131103	SPESE PER IL FUNZIONAMENTO DEGLI UFFICI - TELEFONICHE	INDIRETTI
131104	SPESE PER IL FUNZIONAMENTO DEGLI UFFICI - PULIZIA UFFICI	INDIRETTI
131105	MANUTENZIONE MACCHINE D'UFFICIO	INDIRETTI
131106	CONSULENZA PER GESTIONE PAGHE E CONTRIBUTI	INDIRETTI
131107	ACQUISTO MATERIALE DI CONSUMO FUNZIONAMENTO UFFICI CONSORTILI - CANCELLERIA E ABBONAMENTI	INDIRETTI
131108	INFORMATIZZAZIONE UFFICI DEL CONSORZIO (CANONI LICENZA ED ASSISTENZA SOFTWARE)	INDIRETTI
131201	CONSULENZE TECNICHE	DIRETTI CONGIUNTI
131202	STUDI E RICERCHE	INDIRETTI
131301	ONERI FISCALI	PERS. DI CAMPAGNA
131401	POLIZZE DI ASSICURAZIONE RESPONSABILITA' CIVILE CONTRO TERZI E VARIE (INFORTUNI, ECC..)	INDIRETTI
131602	CERTIFICAZIONE QUALITA' E GESTIONE MODELLO ORGANIZZATIVO D.lgs. 231/2001	INDIRETTI
131603	SPESE PER G.D.P.R.	INDIRETTI
131701	ONERI PER ESONERO ASSUNZIONI DISABILI	INDIRETTI
140101	RETRIBUZIONE E ASSEGNI PERSONALE D'UFFICIO (DIRIGENTI, QUADRI E IMPIEGATI)	INDIRETTI

140102	QUOTA ACCANTONAMENTO TFR E PENSIONE INTEGRATIVA- PERSONALE IMPIEGATIZIO	INDIRETTI
140103	ASSICURAZIONE CASCO RELATIVA AL PERSONALE D'UFFICIO ED AMMINISTRATORI	INDIRETTI
140201	RETRIBUZIONE PERSONALE OPERAIO FISSO	PERS. DI CAMPAGNA
140202	QUOTA ACCANTONAMENTO TFR E PENSIONE INTEGRATIVA - PERSONALE OPERAIO	PERS. DI CAMPAGNA
140203	QUOTA ACCANTONAMENTO AL FONDO DI PREVIDENZA PER GLI OPERAI CONSORZIALI (2%)	PERS. DI CAMPAGNA
140204	ASSICURAZIONE CASCO PERSONALE OPERAIO	PERS. DI CAMPAGNA
140301	RETRIBUZIONE PERSONALE OPERAIO STAGIONALE	PERS. DI CAMPAGNA
140302	QUOTA TFR - PERSONALE OPERAIO STAGIONALE	PERS. DI CAMPAGNA
140401	CONTRIBUTI ASSICURATIVI E PREVIDENZIALI PER IL PERSONALE D'UFFICIO	PERS. DI CAMPAGNA
140402	QUOTA ACCANTONAMENTO AL FONDO DI QUIESCENZA ENPAIA- PERSONALE IMPIEGATIZIO	INDIRETTI
140501	CONTRIBUTI ASSICURATIVI E PREVIDENZIALI PER IL PERSONALE OPERAIO FISSO	PERS. DI CAMPAGNA
140502	QUOTA ACCANTONAMENTO AL FONDO DI QUIESCENZA ENPAIA- PERSONALE OPERAIO	PERS. DI CAMPAGNA
140601	CONTRIBUTI ASSICURATIVI E PREVIDENZIALI PER IL PERSONALE OPERAIO STAGIONALE	PERS. DI CAMPAGNA
140701	INDENNITA' DI TRASFERTA E ACCESSORIE AL PERSONALE DIRIGENTE, QUADRO ED IMPIEGATIZIO	INDIRETTI
140702	RIMBORSO SPESE KILOMETRICHE E A PIE' DI LISTA AI GUARDIANI IDRAULICI ED AGLI OPERAI FISSI	PERS. DI CAMPAGNA
140703	RIMBORSO SPESE KILOMETRICHE E A PIE' DI LISTA AI GUARDIANI IDRAULICI ED AGLI OPERAI STAGIONALI	PERS. DI CAMPAGNA
140901	AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE	INDIRETTI
141001	SPESE PER LA SICUREZZA E SALUTE DEL PERSONALE (D.P.I. E SORVEGLIANZA SANITARIA)	INDIRETTI
150101	FORNITURA ENERGIA ELETTRICA PER IL FUNZIONAMENTO DELLE RETI DI BONIFICA IDRAULICA	DIRETTI BONIFICA
150103	GESTIONE E MANUTENZIONE IMPIANTI ELETTRICI	DIRETTI CONGIUNTI
150201	CONTRIBUTI AL CONSORZIO DEL MINCIO	DIRETTI IRRIGAZIONE
150202	GESTIONE E MANUTENZIONE CANALE VIRGILIO	DIRETTI IRRIGAZIONE
150203	GESTIONE IMPIANTO PLUVIRRIGUO RODIGO- GOITO	DIRETTI IRRIGAZIONE
150207	FORNITURA ENERGIA ELETTRICA PER IL FUNZIONAMENTO RETI IRRIGUE	DIRETTI IRRIGAZIONE
150210	RETI IRRIGUE E DI BONIFICA - MANUTENZIONI STRAORDINARIE	DIRETTI CONGIUNTI
150212	CANONI PER LE CONCESSIONI IRRIGUE	DIRETTI IRRIGAZIONE
150213	CONTRIBUTO DI MIGLIORIA ALLA SOCIETA' LAGO D'IDRO	DIRETTI IRRIGAZIONE
150214	MANUTENZIONE ORDINARIA E NOLEGGI PER RETE DI DISTRIBUZIONE IRRIGUA, SOCCORSO E SCOLANTE	DIRETTI CONGIUNTI
150216	MANUTENZIONE STRAORDINARIA CANALE VIRGILIO	DIRETTI IRRIGAZIONE
150217	CONTRIBUTO AL CONSORZIO DEL CHIESE	DIRETTI IRRIGAZIONE
150301	GESTIONE PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA	DIRETTI CONGIUNTI
160101	ACQUISTO CARBURANTE MEZZI DI TRASPORTO	DIRETTI CONGIUNTI
160102	ESERCIZIO E MANUTENZIONE MEZZI DI TRASPORTO	DIRETTI CONGIUNTI
160103	ASSICURAZIONI MEZZI DI TRASPORTO	DIRETTI CONGIUNTI
160201	ACQUISTO CARBURANTE MACCHINE OPERATRICI	DIRETTI CONGIUNTI
160202	ESERCIZIO E MANUTENZIONE MACCHINE OPERATRICI	DIRETTI CONGIUNTI
160203	ASSICURAZIONI MACCHINE OPERATRICI	INDIRETTI

160301	SPESE DI GESTIONE OFFICINA E MAGAZZINO	DIRETTI CONGIUNTI
160302	FITTI PASSIVI	INDIRETTI
160401	MANTENIMENTO CONFORMITA' MACCHINE ED ATTREZZATURE ALLE NORME DI SICUREZZA (DENUNCE E VERIFICHE PER.)	DIRETTI CONGIUNTI
160501	GESTIONE E SERVIZIO SMALTIMENTO RIFIUTI	DIRETTI CONGIUNTI
160502	GESTIONE E MANUTENZIONE RETI DI TELERILEVAMENTO	INDIRETTI
170101	FONDO DI RISERVA	INDIRETTI
170201	FONDO PER SPESE IMPREVISTE	INDIRETTI
170203	FONDO RISCHI E ONERI VARI	DIRETTI CONGIUNTI
170301	FONDO PER QUOTE INESIGIBILI TRIBUTI ISCRITTI A RUOLO	DIRETTI CONGIUNTI
170302	FONDO INCENTIVI ATTIVITA' CONVENZIONATE	DIRETTI CONGIUNTI
170401	SPESE DI GESTIONE RETICOLO PRINCIPALE	DIRETTI CONGIUNTI
210101	ACQUISTO MACCHINE ED ATTREZZATURE	DIRETTI CONGIUNTI
210102	ACQUISTO MACCHINE ED ATTREZZATURE UFFICIO	INDIRETTI
210103	LAVORI DI COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEGLI EDIFICI CONSORZIALI	DIRETTI CONGIUNTI
210104	ADEGUAMENTO IMPIANTI E FABBRICATI ALLE NORME DI SICUREZZA	DIRETTI CONGIUNTI
210107	LAVORI DI COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE STR. EDIFICI DEMANIALI IN GESTIONE CONSORTILE	DIRETTI CONGIUNTI
210108	ADEGUAMENTO STRAORDINARIO CANALI CONSORTILI A NORME DI SICUREZZA	DIRETTI CONGIUNTI

Tab. 1.2 - Classificazione delle entrate extra contribuenza

	entrate indirette
	entrate dirette congiunte

Capitolo	Descrizione	tipologia
110101	FITTI REALI DI IMMOBILI	DIRETTE
110103	PROVENTI CENTRALE IDROELETTRICA ESENTA	DIRETTE
110104	PROVENTI DA SOCIETA' PARTECIPATE	CONGIUNTE
110201	CANONI PER CONCESSIONI PRECARIE - RETICOLO CONSORTILE	DIRETTE
120101	INTERESSI ATTIVI	CONGIUNTE
150401	AMMENDE E RISARCIMENTI	CONGIUNTE
150501	DIRITTI D'UFFICIO	CONGIUNTE
150502	ENTRATE VARIE ED IMPREVISTE	DIRETTE
150504	GESTIONE PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA	DIRETTE
150505	CONVENZIONI CON ENTI PUBBLICI ART 80 L.R. 31/2008	CONGIUNTE
150506	CONTRIBUTI GESTIONI SPECIALI TRONCHI CANALE ARNO', VASO RIALE, VASO ASOLANA	DIRETTE
150507	CONTRIBUTI REGIONALI PER GESTIONE RETICOLO PRINCIPALE	DIRETTE
150510	RECUPERO SPESE GENERALI OPERE FINANZIATE	CONGIUNTE

2. Il Consorzio di bonifica Garda Chiese

2.1 Il Comprensorio

Il Consorzio di bonifica Garda Chiese è stato costituito con Decreto del Presidente di Regione Lombardia n. 7170 in data 6 agosto 2012, con il quale sono stati accorpati i preesistenti Consorzio di bonifica Alta e Media Pianura Mantovana e il Consorzio di bonifica Colli Morenici del Garda. Il Consorzio Alta e Media Pianura Mantovana era nato, a sua volta, dalla fusione, avvenuta nel 1994, dei Consorzi di bonifica Medio Mantovano, Destra Mincio e Alto Mantovano, mentre il Consorzio di bonifica Colli Morenici del Garda era stato costituito nel 1990 dalla fusione dei Consorzi di bonifica Alto Agro Voltese e Alto Mincio.

Il Consorzio opera nel comprensorio di bonifica e irrigazione n. 8, denominato "Destra Mincio" (**fig. 2.1**) definito da Regione Lombardia. Il comprensorio consortile è ubicato nella porzione orientale della Regione (**fig. 2.2**) e si estende per 75.645,96 ettari, indicativamente compresi tra il Lago di Garda a nord, il fiume Mincio a est e il fiume Oglio a sud. Al suo interno sono situati 33 Comuni, 25 dei quali ricadono nella provincia di Mantova, 6 nella provincia di Brescia, 1 in provincia di Cremona e 1 in provincia di Verona (**fig. 2.3.**).

Da punto di vista geomorfologico il territorio consortile può essere suddiviso in due grandi ambiti: l'anfiteatro morenico del Garda e il livello fondamentale della pianura (a sua volta suddiviso in alta pianura ghiaiosa, media pianura idromorfa e bassa pianura sabbiosa), a cui si aggiungono le valli fluviali lungo i fiumi Mincio, Oglio e Chiese.

L'idrografia del comprensorio è caratterizzata da una fitta rete di canali e corsi d'acqua che attraversano il territorio per lo più in direzione nord-ovest – sud-est e recapitano le proprie acque nei principali ricettori: il fiume Mincio, il fiume Oglio e il fiume Chiese.

L'alta permeabilità dei terreni nella porzione centro settentrionale del comprensorio e l'abbondanza dei flussi idrici determinano la presenza di una notevole circolazione idrica sotterranea, mentre nella parte meridionale i livelli impermeabili del sottosuolo favoriscono la formazione di un acquifero multistrato, costituito da più falde sovrapposte, interdipendenti fra loro, e da falde in pressione. Uno dei fenomeni più caratteristici che interessano il territorio consortile è la presenza di risorgive e fontanili nella porzione nord-occidentale, in particolare nella fascia pedecollinare a confine con l'alta pianura, ricca di materiali grossolani, sabbia e ghiaia permeabili al passaggio dell'acqua superficiale, che penetra sotto la superficie per poi riaffiorare in superficie in corrispondenza dell'inizio della bassa pianura, caratterizzata da materiali impermeabili come argille e limi.

L'uso del suolo all'interno del comprensorio consortile è stato analizzato utilizzando gli ultimi dati disponibili messi a disposizione da Regione Lombardia (DUSAF 7.0, **fig. 2.4**). Dall'analisi risulta che:

- l'82,37% del territorio è occupato da aree agricole di cui i contributi principali sono seminativi (65,57%), colture orticole e florovivaistiche (6,42%), prati permanenti (3,90%), vigneti (4,55%), frutteti (0,97%), colture legnose (0,82%) e oliveti (0,15%);
- la quota di aree antropizzate occupa il 13,34% del territorio di cui circa la metà rappresentato da zone urbanizzate;
- i territori boscati e ambienti semi naturali occupano il 3,33% del territorio e per lo più si tratta di boschi, cespuglieti e formazioni ripariali;
- le aree umide occupano lo 0,37% del territorio e i corpi idrici lo 0,59% divisi in alvei fluviali e bacini idrici naturali e artificiali,

Il territorio agricolo è diffuso uniformemente su tutto il comprensorio e le zone antropizzate sono mediamente sparse oltre alle normali concentrazioni nei centri urbani.

Si nota inoltre una fascia di territori boscati e ambienti semi-naturali sul versante delle colline moreniche che si affaccia sulla pianura (da Castiglione delle Stiviere verso est) e le zone umide delle valli del Mincio (a sud-est) e delle Torbiere di Marcaria (a sud).

Un approfondimento sull'uso agricolo del suolo mostra una prevalenza delle colture a mais e foraggere, con una certa presenza di colture orticole e, nella porzione nord del Consorzio, di vigneti.

2.2 Il reticolo idrico e le opere gestite

I corsi d'acqua gestiti dal Consorzio formano una fitta rete interconnessa che ha una lunghezza complessiva di circa 1.446 km, così distinta:

- reticolo naturale ad uso promiscuo 872 km
- reticolo con funzione esclusivamente irrigua 479 km
- reticolo con sola funzione esclusivamente di bonifica 95 km

Di questi, alcuni appartengono al reticolo idrico principale regionale di cui all'Allegato A della DGR XII/1615 del 18/12/2023 che Regione Lombardia ha assegnato al Consorzio per la manutenzione ordinaria, la gestione e la sorveglianza.

Il Consorzio ha in carico altresì la fitta rete di tubazioni sotterranee che costituiscono le reti pluvirrigue in pressione, per una lunghezza di circa 1149 km, e consegnano capillarmente la risorsa idrica alle aziende agricole.

Ai corsi d'acqua veri e propri e alle reti di distribuzione irrigua sono da aggiungere le vasche di laminazione, importanti infrastrutture di difesa idraulica; attualmente quelle in consegna al Consorzio sono 3 (Castiglione delle Stiviere, Cereta, Montagnoli), altre sono in corso di realizzazione e progettazione.

Il Consorzio gestisce inoltre una molteplicità di impianti a supporto sia del servizio irriguo che di bonifica. Alla data odierna si possono segnalare 50 pozzi, 8 impianti di sollevamento irriguo, 16 centrali di rilancio, 6 vasche di accumulo, 5 impianti idrovori, 29 manufatti di regolazione elettrificati.

In **fig. 2.5** viene rappresentata l'idrografia del Consorzio, mentre in **fig. 2.6** vengono illustrati gli impianti consortili.

2.3 Attività del Consorzio

Il Consorzio esercita le seguenti funzioni istituzionali:

- **DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA AD USO IRRIGUO**

  Il Consorzio è titolare di concessioni irrigue di derivazione, che possono essere da corso d'acqua superficiale o da acquifero sotterraneo, e durante la stagione irrigua convoglia le portate derivate fino all'utenza tramite la propria rete di adduzione e distribuzione. Per mantenere in efficienza il proprio reticolo e garantire così che la risorsa raggiunga le utenze il personale consortile effettua interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;

Il Consorzio fornisce acqua ad uso irriguo a più di 17.000 ditte dislocate su una superficie di circa 49.000 ettari grazie alle infrastrutture gestite, ai propri impianti e all'attività del personale acquaiolo. Nel comprensorio sono praticati sostanzialmente quattro tipi d'irrigazione (**fig. 2.7**):

- Pluvirrigazione: sui depositi morenici costituenti le Colline dell'Alto Mantovano e nelle campagne tra Rodigo e Goito attraverso una fitta rete di tubazioni alimentate da impianti di pompaggio che sollevano l'acqua da pozzi o da canali posti a quote inferiori rispetto alle utenze;
- Irrigazione totalitaria a scorrimento: su terreni leggeri e ghiaiosi dell'alta pianura, effettuata mediante canalette distributrici;
- Irrigazione di soccorso per aspersione: su terreni di medio impasto o pesanti nelle aree centro-meridionali del comprensorio, realizzata per impinguamento di canali a funzione promiscua, da cui gli utenti sollevano l'acqua utilizzando principalmente impianti mobili di irrigazione a pioggia;
- Irrigazione a scorrimento da canali naturali: praticata in modo oasistico su terreni della media pianura senza l'utilizzo di specifici canali dispensatori.

La risorsa idrica viene derivata da cinque principali fonti di approvvigionamento:

- **Fiume Mincio (Lago di Garda)** – si tratta della principale fonte di approvvigionamento in quanto le acque derivate permettono l'irrigazione di quasi 42.000 ettari di territorio. Il vettore irriguo principale che trasporta le acque derivate verso i distretti irrigui sottesi è il Canale Virgilio (**figg. 2.8, 2.9**), alimentato direttamente tramite lo sbarramento regolatore del Lago di Garda di Ponti sul Mincio;
- **Fiume Chiese (Lago d'Idro)** – da questo corpo idrico viene prelevata la risorsa irrigua a servizio di un areale di circa 2.700 ettari nella parte nord-occidentale del comprensorio; il canale adduttore è il Canale Arnò. Un'altra zona di circa 450 ettari nella porzione sud-occidentale del comprensorio viene servita da un impianto di sollevamento da fiume Chiese e da una tubazione di adduzione sotterranea in pressione;
- **Fiume Oglio** – mediante un impianto di sollevamento che permette di irrigare un territorio di circa 700 ettari nella porzione sud-occidentale del comprensorio;
- **Pozzi** – il Consorzio è dotato di 50 pozzi per l'emungimento delle acque sotterranee a fini irrigui, la maggior parte dei quali sono ubicati nelle aree collinari di Castiglione delle Stiviere, Solferino e Pozzolengo;
- **Fontanili e coli**, che alimentano alcuni canali nella fascia di risalita della falda tra l'alta e la media pianura, spesso a nord del confine consortile. Le acque fontanilizie si immettono nel reticolo idrico unitamente alle acque di colo di irrigazioni effettuate a monte e costituiscono l'unica fonte di approvvigionamento per le irrigazioni all'interno del comprensorio. Alcuni canali invece, oltre a essere alimentati dai fontanili, vengono poi impinguati con le acque del Mincio veicolate dai canali adduttori.

- **BONIFICA E DIFESA IDRAULICA DEL TERRITORIO**

Il Consorzio esegue costantemente gli interventi che mantengono in efficienza il reticolo idraulico per consentire il regolare deflusso delle acque e salvaguardare il territorio. La bonifica

idraulica consortile viene infatti esercitata essenzialmente dalla fitta rete di canali promiscui che attraversano il comprensorio e allontanano a gravità la quasi totalità delle acque meteoriche: il complesso reticolo idrico superficiale rappresenta di fatto la principale infrastruttura di bonifica idraulica comprensoriale.

Si possono inoltre segnalare alcune infrastrutture localizzate con funzione specifica di bonifica, che si inseriscono nel sistema idrico superficiale, quali le vasche di laminazione (**fig. 2.10**), gli impianti idrovori (**fig. 2.11**), i canali diversivi e scolmatori.

- **TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE**

  La prima e più importante azione in questo senso è stata la cosiddetta "bonifica irrigua", di cui si è detto in § 1.5, ovvero la trasformazione e il miglioramento del territorio causati proprio dalla circolazione dell'acqua convogliata per l'irrigazione, favorendo così anche la fruizione del territorio stesso. Inoltre il Consorzio opera ed effettua attività che contribuiscono alla tutela ambientale.

  È questa una peculiarità in particolare delle aree dell'alta pianura e delle colline moreniche. I Consorzi di bonifica realizzarono negli anni importanti infrastrutture che permisero alla risorsa idrica derivata dai fiumi Mincio e Chiese o emunta dal sottosuolo di giungere a questi terreni storicamente asciutti al fine di consentire la coltivazione di colture permanenti e dare così un impulso all'economia della zona. Questi importanti sforzi hanno avuto come conseguenza diretta anche la radicale trasformazione del paesaggio, caratterizzata dalla progressiva riduzione delle aree aride incolte e dal contestuale evolversi di sistemi acquatici nelle fasce adiacenti ai corsi d'acqua superficiali.

  Il paesaggio collinare (**figg. 2.12, 2.13**) attuale è lussureggiante, costellato di campi che ospitano colture pregiate, di agriturismi e di strutture ricettive per la fruizione del territorio e l'escursionismo. L'avvento dell'irrigazione ha modellato e plasmato anche il paesaggio della pianura, riducendo le aree incolte e favorendo l'economia agricola.

  La circolazione delle acque nel reticolo superficiale causa effetti benefici sul paesaggio e sull'ambiente, in quanto mantiene in vita il sistema idrografico, che si troverebbe altrimenti in situazioni precarie a causa dei periodi siccitosi sempre più prolungati e del progressivo abbassamento delle falde. La risorsa idrica consente lo sviluppo degli ecosistemi acquatici e favorisce il mantenimento della flora e dell'ittiofauna tipiche delle fasce perifluviali. L'immissione di acque vive dal lago di Garda consente di migliorare anche la qualità complessiva dell'acqua circolante nei canali.

- **PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI**

  Il Consorzio produce energia elettrica da fonti di energia rinnovabile fin dagli anni '80 e ha progressivamente ampliato questa funzione tramite la realizzazione di impianti idroelettrici e impianti fotovoltaici. Attualmente il Consorzio gestisce quattro centrali idroelettriche e due piccoli impianti fotovoltaici che garantiscono una produzione media annua di circa 8 milioni di kWh:

  - Centrale idroelettrica Montina in Comune di Ponti sul Mincio (**fig. 2.14**);
  - Centrale idroelettrica di Esenta in Comune di Lonato del Garda (**fig. 2.15**), in collaborazione con il Consorzio di bonifica Chiese tramite il Consorzio Idroelettrico di Esenta;

- Centrale idroelettrica Mulino Cartara, in Comune di Canneto sull'Oglio (**fig. 2.16**);
- Centrale idroelettrica Mulino S. Giuseppe, in Comune di Canneto sull'Oglio (**fig. 2.17**);
- Impianto fotovoltaico di Castellaro Lagusello in Comune di Monzambano;
- Impianto fotovoltaico di Grole, in Comune di Castiglione delle Stiviere.

L'esercizio delle funzioni istituzionali del Consorzio si traduce nelle attività di gestione, sorveglianza e ordinaria manutenzione del reticolo idrografico e degli impianti, provvedendo allo sfalcio spondale (**fig. 2.18**), all'espurgo, pulizia e risagomatura degli alvei (**figg. da 2.19 a 2.23**), alla manutenzione/riqualificazione di manufatti di regolazione (**fig. 2.24**), alla riparazione di rotture sulle condotte irrigue (**fig. 2.25**), alla sostituzione o al ripristino di tratti di reti irrigue ammalorate (**fig. 2.26**), alla riparazione degli impianti (**fig. 2.27**), all'esecuzione delle manovre di regolazione per la distribuzione delle acque irrigue o per favorire il naturale e libero deflusso delle acque verso valle (**fig. 2.28**), all'azione di presidio idraulico e di supporto agli enti competenti (Comuni, Protezione civile, ecc.) in caso di eventi di piena o di emergenze meteorologiche (**fig. 2.29**).

Strumento di fondamentale importanza è divenuto negli anni il sistema di telecontrollo consortile, che consente di conoscere la situazione idrometrica della rete in tempo reale, valutare in modo tempestivo le regolazioni da effettuare e acquisire serie storiche ed elaborazioni di dati idrologici (**figg. 2.30, 2.31**).

Gli interventi di manutenzione straordinaria o di realizzazione di nuove opere, invece, sono eseguiti in concessione regionale o statale. Tutti i servizi tecnici attinenti alla realizzazione di questi interventi sono svolti dal personale del Consorzio, che dispone di idonee figure professionali sia per la progettazione che per la direzione lavori e l'assistenza di cantiere nonché degli adeguati strumenti topografici e informatici.

Nelle **figg. da 2.32 a 2.45** è riportata una rassegna fotografica degli interventi più significativi realizzati negli ultimi anni.

Il Consorzio svolge anche un'importante attività di supporto tecnico alle altre amministrazioni pubbliche operanti sul territorio, per la realizzazione di studi e progetti, grazie alla conoscenza approfondita del territorio e delle sue esigenze in termini di sicurezza idrogeologica e di valorizzazione e tutela delle proprie risorse.

Sono competenza del Consorzio, inoltre, le attività di vigilanza sul reticolo in gestione, mediante la verifica del rispetto dei regolamenti irriguo e di polizia idraulica in vigore, nonché il rilascio delle concessioni d'uso del suolo demaniale degli alvei, di pareri idraulici e autorizzazioni sulle pertinenze dei canali in gestione, su richiesta di soggetti privati o pubblici.

Infine il Consorzio si avvale del proprio personale tecnico per ideare, proporre, progettare e mettere in campo opere o scelte organizzative innovative al fine di migliorare sempre di più l'esercizio delle proprie funzioni e per fornire servizi sempre più efficienti e rispondenti ai bisogni degli utenti consorziati.

Per esercitare al meglio le proprie attività il Consorzio si avvale di un patrimonio immobiliare, nel quale opera il personale di ufficio e di campagna, di banche dati per l'elaborazione e la conservazione di informazioni e dati, di un parco mezzi e attrezzature a disposizione del personale operativo e di risorse finanziarie per gli approvvigionamenti.

2.4 Struttura organizzativa

Gli organi del Consorzio sono il Consiglio di Amministrazione (con la sua emanazione Comitato Esecutivo), il Presidente e il Revisore Legale.

Il Consiglio di Amministrazione è composto da 15 membri: 12 consiglieri eletti dall'assemblea dei consorziati, 1 rappresentante designato dall'assemblea dei sindaci, 1 rappresentante designato dal Presidente della Provincia di Mantova e 1 rappresentante designato dalla Giunta della Regione Lombardia.

Le competenze degli Organi sono stabilite dallo Statuto, adottato dal Consiglio di Amministrazione il 28/06/2016 e approvato dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 6621 del 19/05/2017.

La struttura operativa del Consorzio è definita dal "Piano di organizzazione variabile delle aree operative fondamentali e dei servizi consortili" (POV); il vigente POV è stato approvato dal Consiglio di Amministrazione con deliberazione n. 191/CA del 25/06/2020.

Alla data del 10/10/2024 l'organico del Consorzio consta di n. 101 dipendenti: n. 2 dirigenti, n. 35 impiegati, n. 64 operai operanti sul territorio di cui 11 avventizi.

Il personale d'ufficio opera nella sede centrale di Mantova, in corso Vittorio Emanuele II, 122, e presso l'Ufficio periferico di Castellaro Lagusello di Monzambano.

Il personale di campagna opera direttamente sul territorio ed è reperibile h24 per garantire la tempestività di intervento in caso di necessità. Per poter essere presente capillarmente sul territorio, il personale consortile operaio è suddiviso in sei squadre operative (**fig. 2.46**), ciascuna a servizio di una zona operativa e facente capo ad un sito di riferimento, per tradizione definito "magazzino":

- **Zona Alto Mantovano - AM**; comprende le aree irrigate tramite il Canale Arnò e i terreni compresi tra le alte pianure di Castiglione delle Stiviere, Medole, Solferino, Cavriana e Guidizzolo. Ha un'estensione lorda complessiva di circa 4.900 ha e fa riferimento al magazzino consortile situato in loc. Grole di Castiglione delle Stiviere;
- **Zona Colli Morenici - CM**; comprende la porzione collinare del comprensorio, coincidente con le aree collinari, per una superficie totale di 17.000 ha, di cui circa 9.500 ha serviti da strutture consortili. Il magazzino consortile dal quale si programmano e si coordinano le attività sul territorio è sito in Comune di Monzambano, in loc. Castellaro Lagusello;
- **Zona Medio Nord - MN**; occupa la parte nord della media pianura posta immediatamente a sud dell'unità territoriale Alto Mantovano e i terreni dell'ex Consorzio Destra Mincio. Il territorio è irrigato integralmente con le acque del fiume Mincio ed ha un'estensione lorda complessiva di circa 18.000 ha. Compete al personale di questa zona anche la gestione del Canale Virgilio. La zona è gestita operativamente attraverso i tre magazzini di Volta Mantovana: Borgo Stazione, Foresto e Montecorno;
- **Zona Medio Ovest - MO**; è l'unità territoriale delimitata a ovest dal fiume Chiese, a sud dal fiume Oglio e a nord dal confine con la provincia di Brescia. Il territorio è irrigato integralmente con le acque del fiume Mincio ed ha un'estensione lorda complessiva di circa 19.500 ha. Il magazzino della zona operativa è ubicato a Piubega.
- **Zona Medio Sud - MS**; è la parte sudorientale del comprensorio, delimitata a sud dal fiume Oglio e ad ovest dalla SS10 (padana inferiore). Comprende al suo interno anche l'area servita dall'impianto pluvirriguo Rodigo-Goito. Il territorio è irrigato integralmente con le acque del fiume Mincio ed ha un'estensione lorda complessiva di circa 9.400 ha. L'unità Medio Sud fa

riferimento al magazzino situato presso la centrale dell'impianto pluvirriguo in Strada Malpensa di Goito;

- **Zona Destra Chiese - DC**; è l'intera porzione di comprensorio situata in sponda destra del fiume Chiese e delimitata a ovest dai confini di provincia Mantova – Cremona e Mantova – Brescia. In questa zona l'irrigazione è praticata mediante il prelievo dal fiume Oglio, l'apporto di acque di colo, fontanili o pozzi; ha un'estensione lorda complessiva di circa 6.500 ha. L'unità territoriale Destra Chiese è dotata di un magazzino in Comune di Casalromano.

A queste squadre si aggiunge la **Squadra Elettromeccanici** che si occupa della manutenzione degli impianti consortili su tutto il comprensorio.

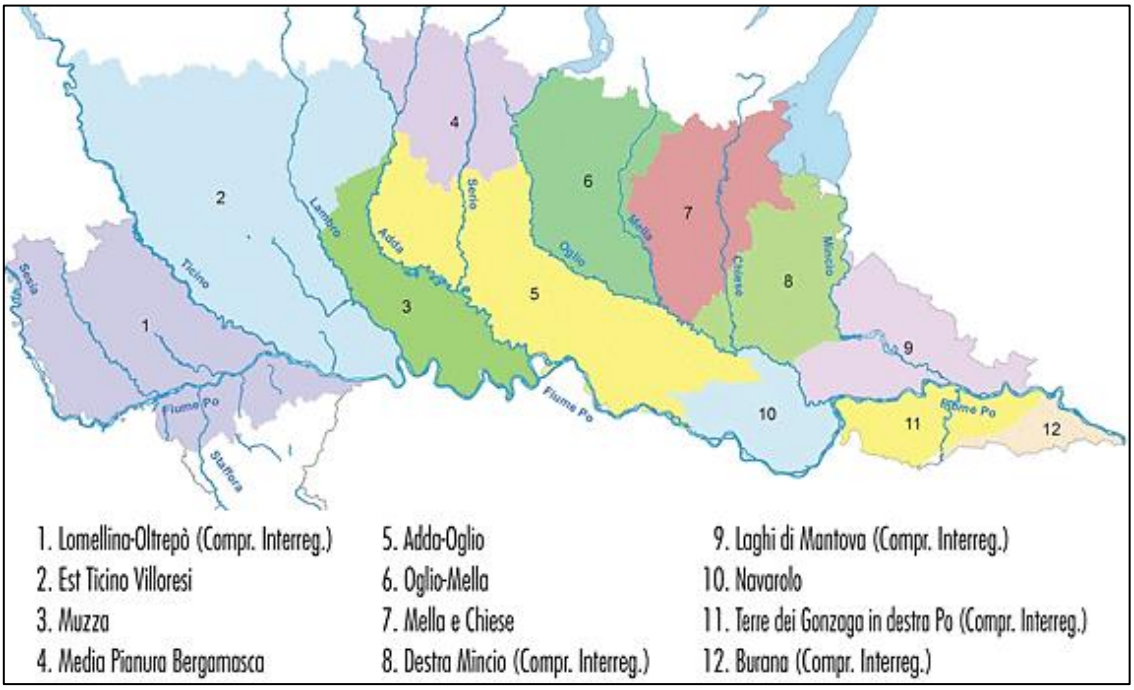


Fig. 2.1 – Comprensori di bonifica della Regione Lombardia

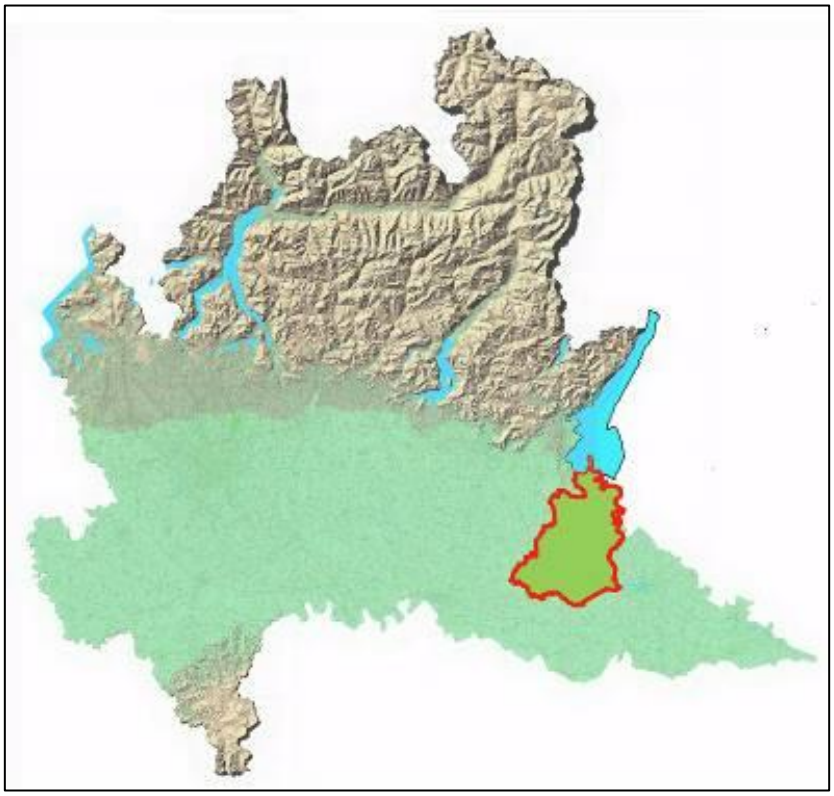


Fig. 2.2 – Inquadramento del comprensorio del Consorzio Garda Chiese nel territorio regionale



Fig. 2.3 – Comuni nel comprensorio del Consorzio di bonifica Garda Chiese

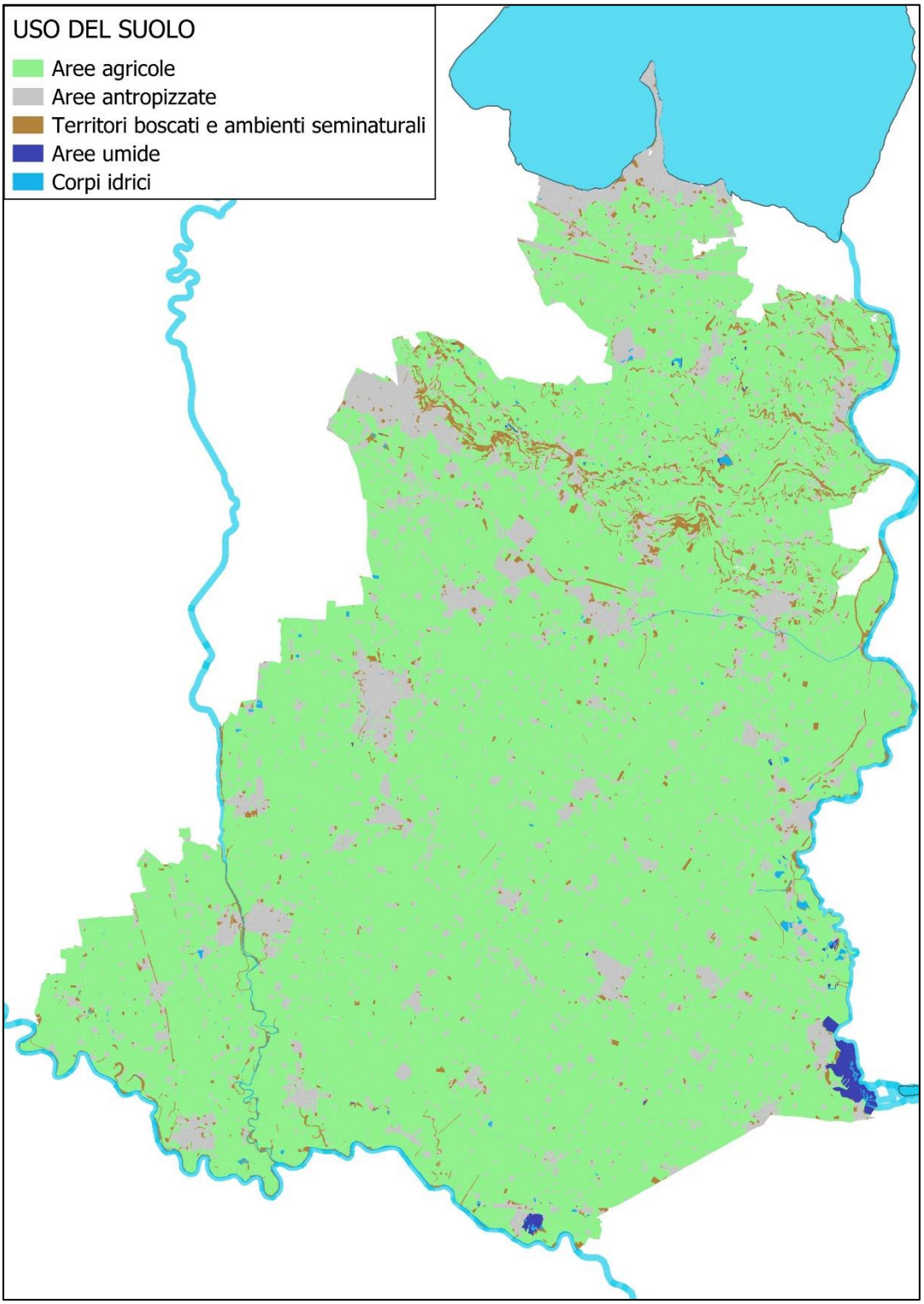


Fig. 2.4 – Uso del suolo nel comprensorio consortile (DUSAF 7.0)

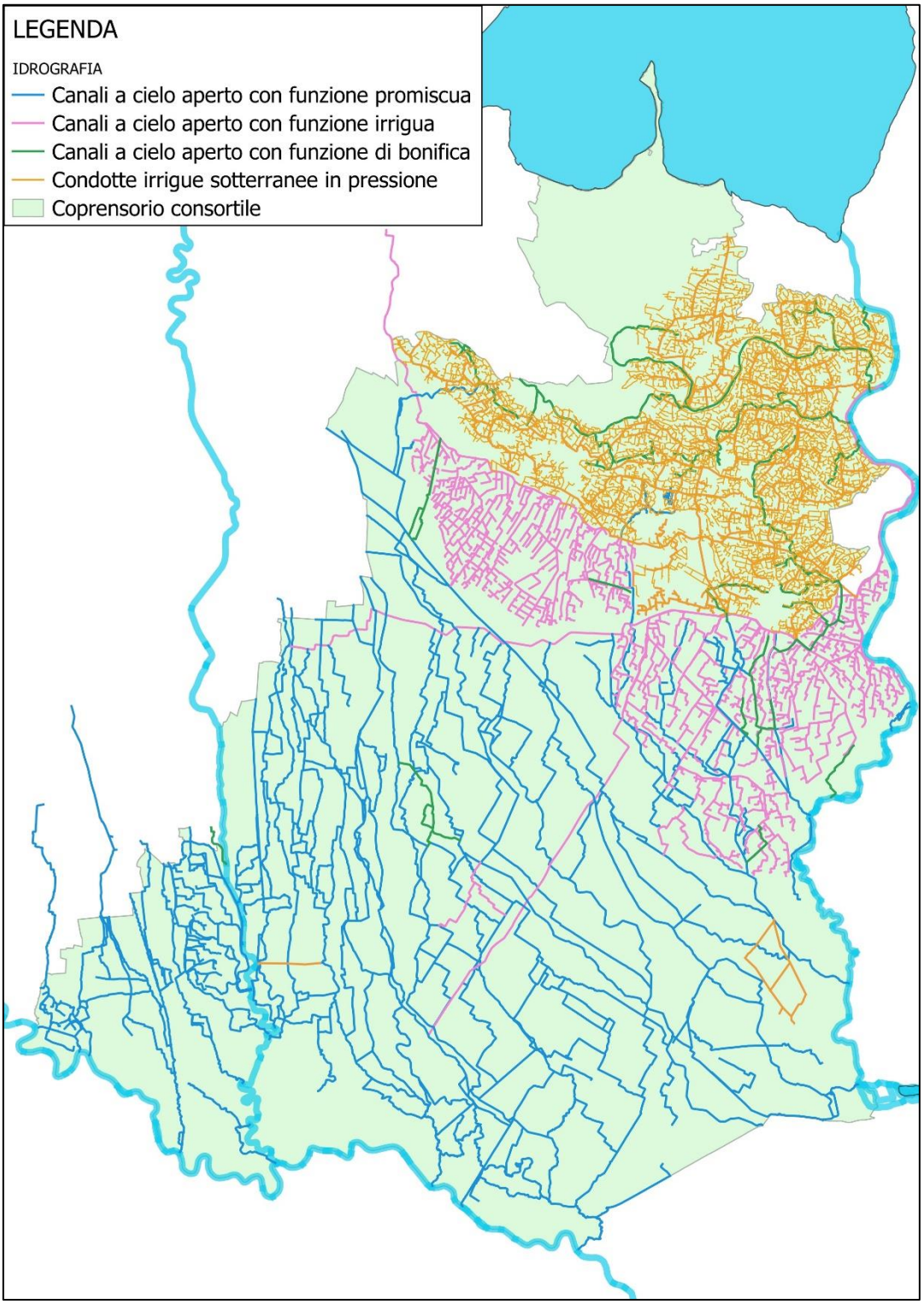


Fig. 2.5 – Reticolo idrografico gestito dal Consorzio di bonifica Garda Chiese

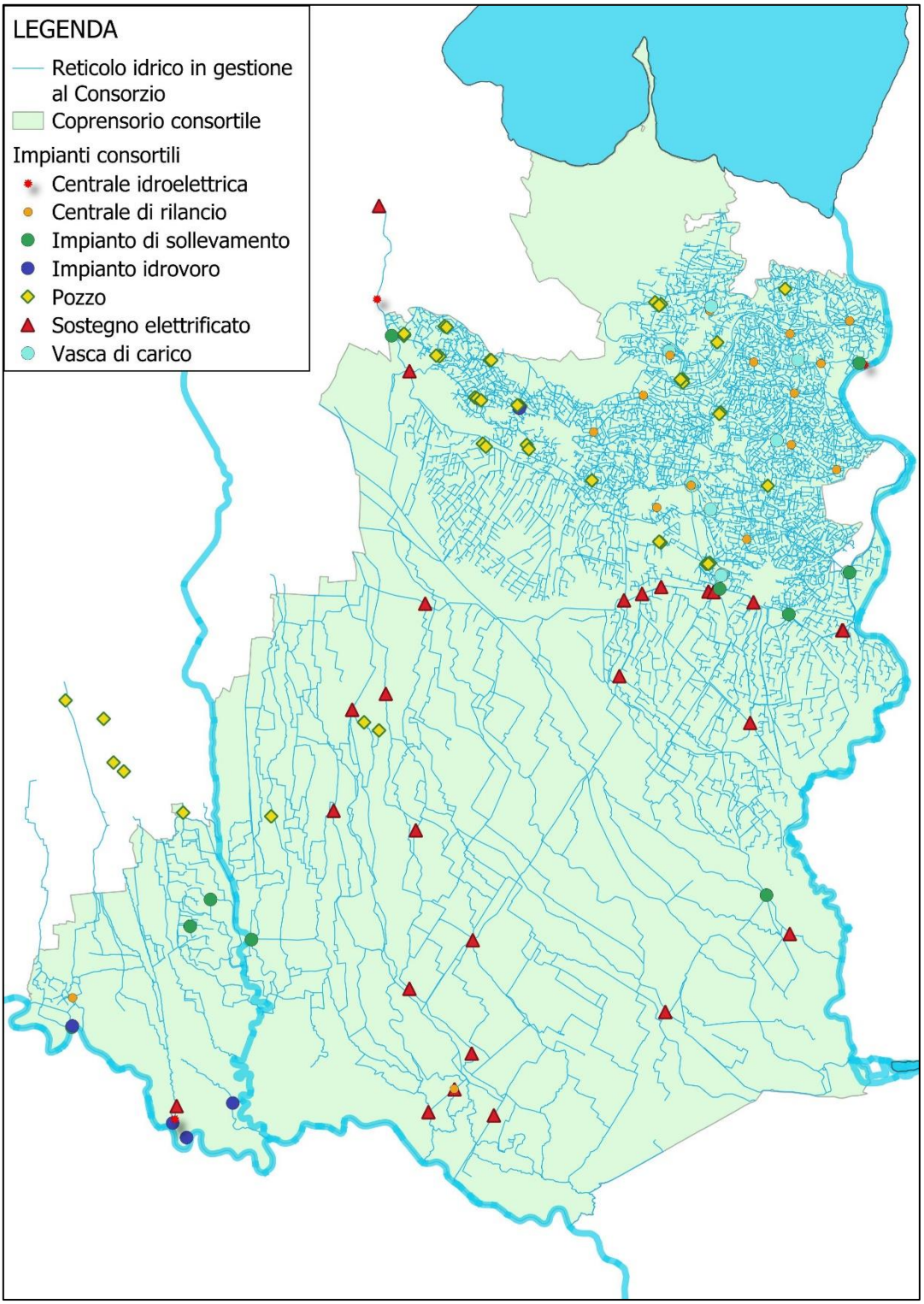


Fig. 2.6 – Impianti consortili

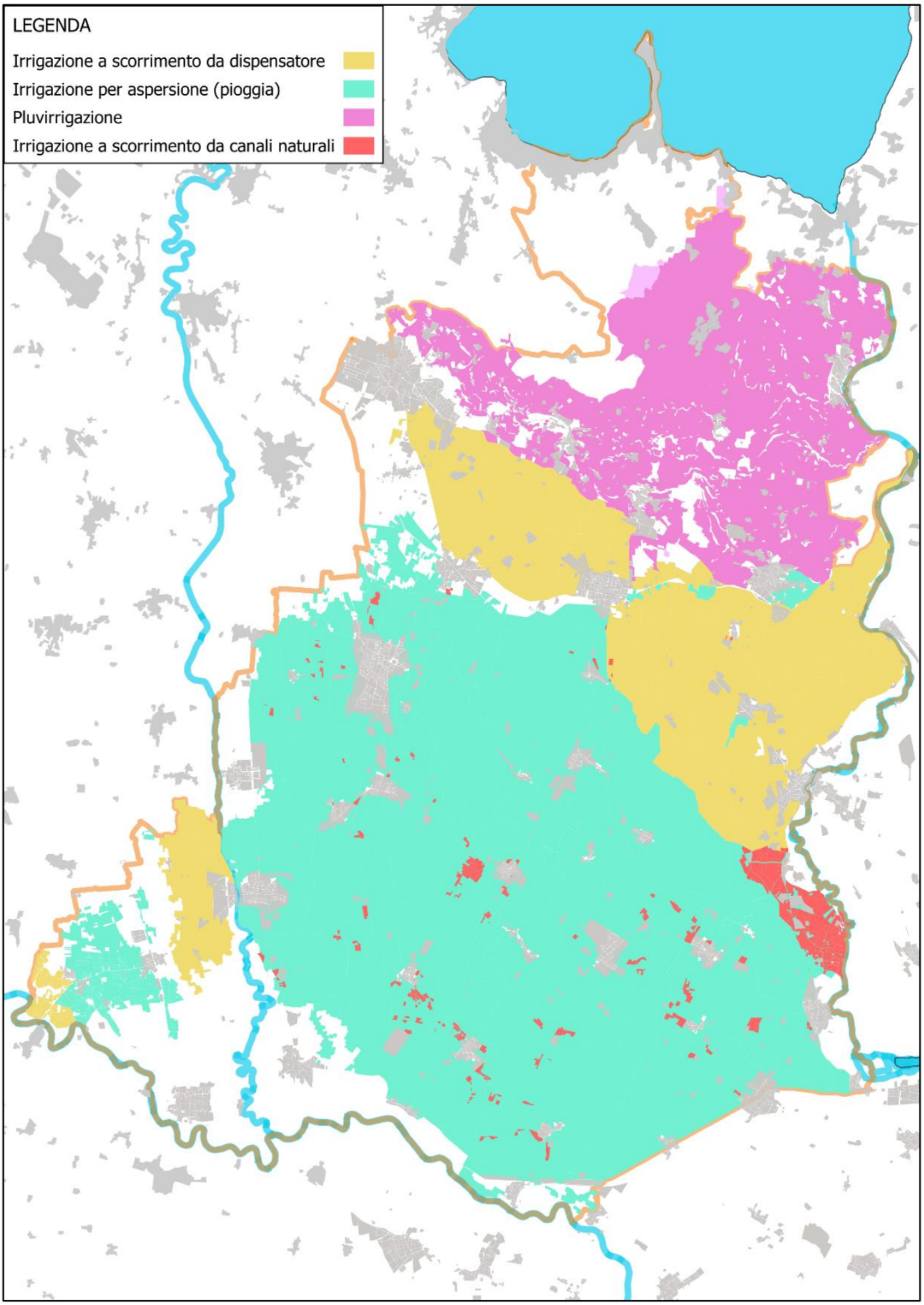


Fig. 2.7 – Metodi irrigui praticati nel comprensorio consortile



Fig. 2.8 – Opera di presa del canale Virgilio



Fig. 2.9 – Canale Virgilio: attraversamento del ponte visconteo a Borghetto di Valeggio sul Mincio



Fig. 2.10 – Vasca di laminazione del Vaso Riale in Comune di Castiglione delle Stiviere



Fig. 2.11 – Impianto idrovoro Gambolo in Comune di Canneto sull'Oglio



Fig. 2.12 – Paesaggio rurale delle colline moreniche del Garda



Fig. 2.13 – Paesaggio rurale delle colline moreniche del Garda



Fig. 2.14 – Centrale idroelettrica Montina in Comune di Ponti sul Mincio



Fig. 2.15 – Centrale idroelettrica Esenta in Comune di Lonato del Garda



Fig. 2.16 – Centrale idroelettrica Mulino Cartara in Comune di Canneto sull'Oglio



Fig. 2.17 – Centrale idroelettrica Mulino San Giuseppe – Einstein in Comune di Canneto sull'Oglio



Fig. 2.18 – Sfalcio della vegetazione spondale



Fig. 2.19 – Espurgo e risagomatura alveo



Fig. 2.20 – Espurgo alveo



Fig. 2.21 – Sfalcio della vegetazione in alveo



Fig. 2.22 – Rimozione alberature cadute in alveo



Fig. 2.23 – Rimozione dei rifiuti abbandonati in alveo



Fig. 2.24 – Riqualificazione manufatti di regolazione



Fig. 2.25 – Riparazioni condotte irrigue



Fig. 2.26 – Sostituzione di tratti di reti irrigue ammalorate



Fig. 2.27 – Riparazione degli impianti elettromeccanici



Fig. 2.28 – Manovre di regolazione dei manufatti sui canali



Fig. 2.29 – Supporto in occasione di allagamenti sul territorio

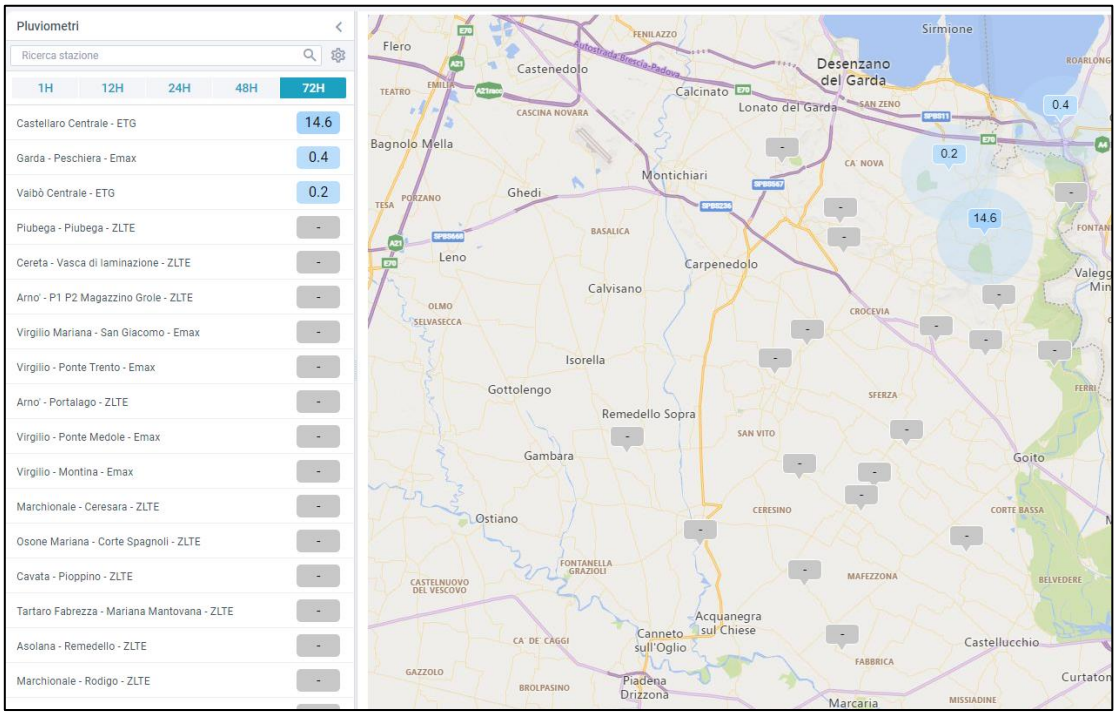


Fig. 2.30 – Sistema di telerilevamento

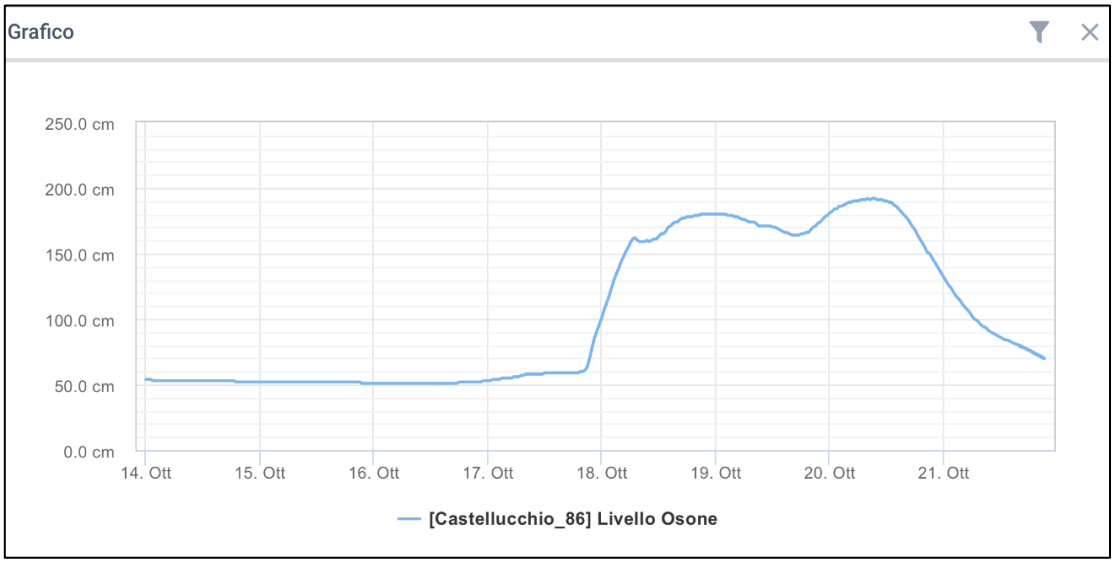


Fig. 2.31 – Sistema di telerilevamento



Fig. 2.32 – Ripristino della funzionalità della traversa mobile sul fiume Chiese in comune di Asola



Fig. 2.33 – Ripristino della sicurezza spondale della Seriola Piubega in Comune di Ceresara



Fig. 2.34 – Lavori di riqualificazione e messa in sicurezza della Seriola Piubega in comune di Piubega



Fig. 2.35 – Realizzazione vasca di laminazione del Fosso Re in Comune di Cavriana



Fig. 2.36 – PSRN Lavori di ristrutturazione del Canale Virgilio da Ponte Trento a Ponte Cereta in Comune di Volta Mantovana



Fig. 2.37 – PSRN Lavori di ripristino e riqualificazione funzionale del "Canale Secondario di Casalmoro" in Comune di Castel Goffredo



Fig. 2.38 – PNRR – Apparecchiature di telecontrollo e automazione rete irrigua



Fig. 2.39 – Pronto intervento per il ripristino del muro di sostegno sulla "Seriola di Castellucchio" in loc. Sarginesco di Castellucchio



Fig. 2.40 – Intervento di somma urgenza per la riparazione di n.3 pozzi nel bacino irriguo Pozzolengo

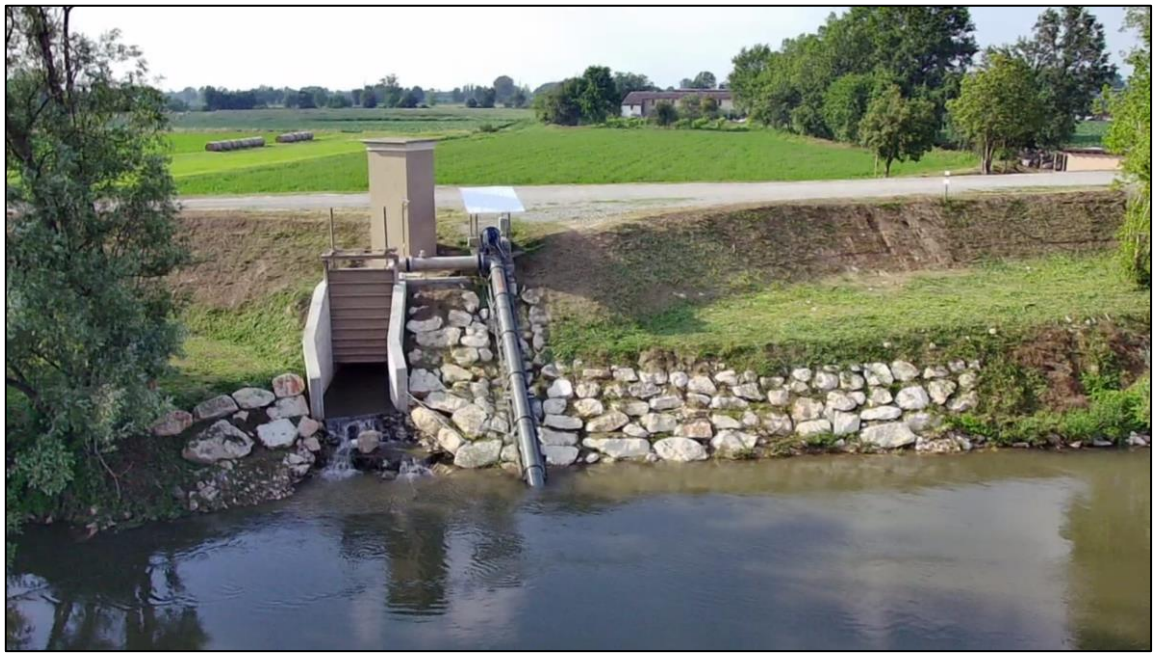


Fig. 2.41 – Nuova derivazione "Gambolo" dal fiume Oglio in Comune di Canneto sull'Oglio



Fig. 2.42 – interventi di riqualificazione ambientale del fiume Osone in comune di Castellucchio



Fig. 2.43 – Riqualificazione ambientale del Redone Inferiore in comune di Monzambano



Fig. 2.44 – Sistemazione nodo idraulico “Quattro Strade” sul Tartaro Fuga in comune di Asola



Fig. 2.45 – Lavori di consolidamento argine destro e sinistro Scolo Caldone nel tratto In fregio alla s.p. 236 in comune di Volta Mantovana



Fig. 2.46 – Zone operative del Consorzio

3. Riparto degli oneri di bonifica

3.1 Definizione del perimetro di contribuenza

Il beneficio derivante dall'attività di bonifica è quantificato nell'onere sostenuto dal Consorzio per gestire il reticolo e gli impianti su cui ha competenza per allontanare i deflussi generati dalle aree comprensoriali. L'onere è commisurato in particolare all'entità dei deflussi prodotti dagli immobili, siano essi terreni che scolano nel reticolo consortile, oppure infrastrutture, o ancora immobili urbani per i quali l'afflusso al reticolo gestito dal Consorzio avviene attraverso gli sfioratori di piena del sistema fognario, e sono quindi da ripartire tra i proprietari degli immobili.

Il perimetro di contribuenza coincide, in linea di principio, con il perimetro complessivo del comprensorio. La contribuenza effettiva comprende tutte le aree che ricadono nei bacini idrografici di scolo della rete gestita dal Consorzio (**fig. 3.1**). Esso riflette la situazione attuale del reticolo di bonifica gestito dal Consorzio e potrà evidentemente essere modificato in funzione della realizzazione di nuove opere di bonifica ovvero a seguito della presa in carico di opere di bonifica oggi a carico di altri soggetti.

La delimitazione del perimetro di contribuenza è ottenuta dall'analisi della morfologia del territorio, dalla conoscenza di dettaglio delle reti e dei bacini di scolo, dalla valutazione del funzionamento delle reti fognarie che recapitano le acque meteoriche nella rete di scolo mediante gli sfioratori.

Gli immobili che allo stato attuale beneficiano delle attività di bonifica all'interno dei confini amministrativi del Consorzio sono riportati in **figura 3.2**.

Osserviamo che risultano escluse dalla contribuenza le aree non afferenti a corsi d'acqua in gestione al Consorzio, in particolare quelle con scolo diretto nei fiumi Chiese, Mincio e Oglio o nel Lago di Garda e quelle in cui le attività di bonifica sono garantite da corsi d'acqua privati o del reticolo minore ovvero in cui la gestione è condotta autonomamente da altri Consorzi privati, come ad esempio i Consorzi Regona di Mosio e Seriola di Acquanegra. Come detto, tali porzioni territoriali potranno comunque divenire contribuenti qualora il Consorzio assumesse la titolarità di corsi d'acqua di bonifica oggi afferenti al reticolo minore o privato.

La nuova delimitazione differisce da quella attuale, che è risultante dalla semplice aggregazione delle aree contribuenti alle spese di bonifica dei disciolti Consorzi di bonifica da cui deriva il Garda Chiese.

Dal confronto con la situazione contributiva attuale (**fig. 3.3**) emerge in particolare che vengono inclusi nel perimetro di contribuenza:

- i terreni dell'alta pianura (coincidenti all'incirca con le aree di competenza dei disciolti Consorzi Alto Mantovano e Destra Mincio) che scolano nella rete consortile;
- gli immobili extra-agricoli dei disciolti Consorzi Alto Mantovano, Destra Mincio, Colli Morenici del Garda che recapitano le acque meteoriche nella rete consortile ma allo stato attuale non contribuiscono agli oneri di bonifica.

Ai fini dell'attribuzione dei costi sostenuti dal Consorzio per le attività di bonifica, il perimetro di contribuenza viene considerato come un'unica area omogenea corrispondente pertanto ad un unico centro di costo.

La scelta deriva dalle caratteristiche del sistema idraulico di bonifica e dall'organizzazione operativa del Consorzio. Data la natura promiscua della quasi totalità della rete e dalle forti interconnessioni tra le attività delle squadre operative nel comprensorio consortile, la gran parte dei costi sostenuti sul

territorio per l'attività di bonifica ha carattere di costi congiunti non attribuibile in modo univoco ad una specifica porzione territoriale.

Come già si è detto al § 1.4, una porzione dei bacini di scolo che afferiscono al reticolo gestito dal Consorzio è situata fuori comprensorio. È il caso ad esempio dei colatori posti nella porzione comprensoriale in destra del fiume Chiese che originano fuori comprensorio, oppure del Canale Arnò, che veicola acque di scarico recapitate tramite la Roggia Lonata.

Per tali situazioni il Consorzio si riserva di operare mediante specifici accordi convenzionali con gli enti gestori dei corsi d'acqua a monte ovvero con i titolari degli scarichi ubicati fuori comprensorio.

3.2 Criteri per il riparto degli oneri di bonifica

Il beneficio conseguente all'attività di bonifica è determinato in base ad un **indice idraulico**, derivante dalla composizione di indici tecnici elementari, e in base a un **indice economico**. I due indici (tecnico ed economico) rimangono separati nelle fasi successive di redazione del Piano e sono oggetto di moltiplicazione reciproca soltanto all'interno della stessa categoria catastale di immobili; l'indice economico non è strumento di confronto o correlazione tra categorie catastali diverse.

Gli indici tecnici consentono quindi di valutare preliminarmente il riparto delle spese tra i vari gruppi di immobili mentre, all'interno di ciascun gruppo, la suddivisione della spesa tra le singole proprietà si effettua in misura proporzionale alla consistenza economica della stessa.

Le **categorie catastali** nelle quali vengono divisi gli immobili ricompresi nel perimetro di contribuenza sono:

- terreni
- fabbricati urbani
- fabbricati rurali
- strade e altre infrastrutture

Gli indici tecnici utilizzati per la ripartizione degli oneri di bonifica idraulica sono:

- **IPD - indice di produzione di deflusso**: rappresenta l'effetto che diverse tipologie di immobili esercitano sulla formazione dei contributi unitari di piena.
- **IPB - indice di percorso di bonifica**: dipende dalle caratteristiche del percorso idraulico che deve seguire il deflusso prodotto localmente per raggiungere il corpo idrico ricettore, ed è sostanzialmente legato al posizionamento altimetrico dell'immobile rispetto alla quota del ricettore;
- **IIB - indice di intensità dell'attività di bonifica**: tiene conto del grado di attività che viene condotta dal Consorzio nelle varie zone, ed è quindi funzione dell'estensione e della tipologia della rete di bonifica.

L'applicazione dell'indice economico avviene a posteriori dell'indice tecnico: gli indici tecnici consentono infatti di valutare preliminarmente il riparto delle spese tra i vari gruppi di immobili

identificati mentre, all'interno di ciascun gruppo, la suddivisione della spesa tra le singole proprietà si effettua in misura proporzionale alla consistenza economica della stessa.

L'indice economico è sostanzialmente individuato nell'incremento del valore degli immobili e nel mantenimento di tale incremento grazie alle attività del Consorzio.

Per i fabbricati viene utilizzata allo scopo la rendita catastale, per i terreni il reddito dominicale mentre per tutte le altre categorie di immobili la superficie catastale.

3.3 Indice di produzione di deflusso IPD

L'indice di produzione di deflusso (IPD) esprime la variabilità del contributo dei singoli immobili alla formazione dei deflussi di piena all'interno dell'area omogenea in cui si trovano.

Esso dipende essenzialmente da tre insiemi di fattori:

- le caratteristiche climatiche locali;
- i caratteri morfologici, idro-pedologici e idrogeologici locali;
- l'uso e la copertura del suolo.

L'indice consente di quantificare l'effetto che le singole zone del comprensorio esercitano sulla formazione dei contributi unitari di piena.

Nell'ambito nello studio dei fenomeni di piena, i diversi tipi di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo) assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame.

Particolare attenzione è da porre al deflusso profondo (*base flow*), dovuto allo scorrimento sotterraneo (**fig. 3.4**), caratterizzato da tempi molto più lunghi di quelli del deflusso superficiale e ipodermico. Il suo contributo alla formazione dei picchi di piena non risulta generalmente decisivo ma è tuttavia da considerare poiché, in termini assoluti costituisce comunque un apporto che andrà a contribuire alle portate alla sezione di chiusura, pur se in tempi successivi al transito del colmo. È questo il caso di ampie porzioni di territorio situate nella fascia pedecollinare dell'alto mantovano in cui la rete di drenaggio superficiale è piuttosto ridotta e l'afflusso alla rete idrografica consortile di valle avviene tramite la penetrazione dell'acqua in profondità attraverso i terreni ghiaiosi e permeabili, che fanno riaffiorare queste stesse acque a valle. Lo stesso fenomeno è risultato di fondamentale importanza per dimostrare il bilancio idrico che si verifica durante l'erogazione del servizio irriguo. Per una trattazione specifica del tema si rimanda al § 2.3.4 del *Piano Comprensoriale di bonifica, Irrigazione e Tutela del Territorio Rurale* redatto dal Consorzio e approvato con D.G.R. n. XI/2642 del 16/12/2019.

La valutazione dell'indice IPD che viene adottata nel Piano di Classifica si basa sul calcolo del volume di deflusso specifico, ovvero la portata generata da una superficie unitaria (coefficiente udometrico), prodotto da diverse tipologie di immobili utilizzando il metodo del *Curve Number*. La metodologia viene suggerita dalle direttive regionali senza precise indicazioni operative poiché è necessario che ciascuna realtà territoriale sviluppi nel modo più adeguato le elaborazioni idrologiche.

Nella fattispecie, la caratterizzazione del diverso comportamento dei suoli deve porre particolare attenzione alla distinzione da effettuarsi tra terreni agricoli e urbani. Apprezzabilmente diversi risultano infatti, nella formazione delle piene, gli effetti prodotti dagli uni rispetto agli altri; risulta noto, dalle misure e dalle ricerche effettuate, che il valore del coefficiente udometrico in aree agricole

è dell'ordine di alcuni litri al secondo per ettaro mentre in aree urbane è dell'ordine delle decine di litri al secondo per ettaro.

Le ragioni di tale differenza di comportamento risiedono essenzialmente nelle differenze di capacità d'invaso e di corrivazione nei due ambiti, per i quali è quindi necessario scegliere durate di pioggia e tempi di ritorno differenti nei calcoli idrologici.

Considerando i tempi critici per i bacini considerati e il grado di criticità (tempo di ritorno) sulla base del quale vengono proporzionate le sezioni idrauliche delle reti di drenaggio urbano e di bonifica, per determinare i valori dell'indice IPD da attribuire alle diverse categorie di immobili è stata effettuata una prima modellazione numerica stimando i deflussi specifici originati da diverse tipologie di terreni, al fine di proporzionare tra loro i valori di produzione di deflusso. È stato poi rapportato il contributo unitario delle altre tipologie di immobili con quello del terreno di caratteristiche medie per il comprensorio, al fine di attribuire loro un adeguato valore dell'indice IPD.

Le elaborazioni sono state eseguite da Digital Drop srl, società *spin off* dell'Università degli Studi di Milano e sono contenute nell'elaborato allegato "*Stima dell'indice di produzione del deflusso per il comprensorio del Consorzio di bonifica Garda Chiese secondo le linee guida di Regione Lombardia D.G.R. 17/04/2015 – n. X/3420*".

Si richiamano nel seguito gli aspetti principali posti alla base dello studio e si rimanda all'elaborato allegato per un maggior approfondimento.

3.3.1 Il metodo del Curve Number

Il metodo del Curve Number (CN) è stato elaborato dal Soil Conservation Service nel 1972. Si tratta di un metodo sostanzialmente empirico, che tuttavia ha il pregio di tener conto delle caratteristiche fisiografiche del bacino (caratteristiche ed uso del suolo, pendenze, ecc.), di poter essere utilizzato anche in forma distribuita e essere rigorosamente documentato e ampiamente utilizzato.

Il metodo CN si basa sulla suddivisione dell'afflusso meteorico (misurato o di progetto) in diverse componenti (**fig. 3.5**) ovvero, la quota parte inizialmente intercettata o accumulata (Ia), la quota parte che si infiltra nel suolo (F) e infine quella che genera il deflusso superficiale altresì detta pioggia efficace (Pe).

Il metodo del CN consente quindi di calcolare la pioggia efficace come:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Dove S è il volume specifico di saturazione che può essere stimato sulla base del valore di CN mediante la formula:

$$S = 25.4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right)$$

La portata di deflusso (Q in m^3/s) sarà quindi data dal rapporto tra la pioggia efficace (Pe) e il tempo caratteristico del bacino (t in ore), moltiplicato per la superficie drenante (A in km^2) secondo la seguente relazione:

$$Q = \frac{1}{3.6}\frac{P_e}{t}A$$

Ulteriori dettagli sull'implementazione del metodo si possono trovare sui manuali specialistici già citati nel documento tecnico allegato alla presente relazione "*Stima dell'indice di produzione del deflusso per il comprensorio del Consorzio di bonifica Garda Chiese secondo le linee guida di Regione Lombardia D.G.R. 17/04/2015 – n. X/3420*".

3.3.2 Attribuzione del valore di CN

I dati utilizzati per le elaborazioni sono stati ottenuti dalle fonti regionali:

- Carta di destinazione e uso del suolo agricolo forestale del 2018, DUSAF2018, per la valutazione dell'uso del suolo, reperito sul Geoportale Lombardia [dato in formato vettoriale ottenuto da fotointerpretazione delle foto aeree Agea[1]];
- Pedologica ERSAF 1:50k rielaborata [2] [dato in formato raster con risoluzione al suolo 250mx250m];
- Modello digitale del terreno (DTM) reperito sul Geoportale Lombardia [dato in formato raster con risoluzione al suolo 5m x 5m];
- Isopieze reperite dal Piano di Tutela delle Acque (PTUA 2014) [dato in formato vettoriale];
- Parametri delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica 1-24 ore (LSPP) (a1, n, α, κ, ε) reperite sul sito di ARPA Lombardia [dato in formato raster con risoluzione al suolo 1.5km x 1.5km].

A partire dalle informazioni riportate nel DUSAF, si sono dapprima individuati tutti gli usi del suolo presenti sul comprensorio di bonifica e valutate le percentuali di ciascuna classe sulla superficie del perimetro di contribuenza.

In **fig. 3.6** si mostrano le tipologie di usi del suolo presenti sul territorio comprensoriale e per ciascuno di essi la percentuale di superficie rispetto all'area totale di contribuenza.

Gli usi del suolo sono stati poi accorpati in macro-classi omogenee (elencate nel seguito) dove ciascuna di esse ricopre almeno una superficie pari al 10% dell'area di contribuenza.

- *Seminativi* (Livello1[3] = 2 AND Livello 2 = 1) (sono inclusi in questa classe le superfici coltivate a mais a ciclo corto, mais a ciclo lungo, le orticole etc.). Totale superficie rispetto all'area di contribuenza 34%.

[1] *Per maggiori informazioni si rimanda al link https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/Territorio/sistema-informativo-territoriale-sit/uso-suolo-dusaf/uso-suolo-dusaf-*

[2] *La rielaborazione è stata condotta da UniMi nell'ambito dello sviluppo del modello IdrAgra (https://idragra.unimi.it/) al fine di ottenere il gruppo idrologico di ciascuna unità a partire dalle informazioni contenute nella carta pedologica relative alle unità cartografiche, alla profondità dei suoli, alla capacità drenaggio, alla pendenza media etc. secondo le varie metodologie contenute nei manuali redatti dall'United State Department of Agricolture (USDA).*

[3] *Livello1, 2 etc. rappresentano i codici dei vari livelli d'uso del suolo riportati nello .shp DUSAF di Regione Lombardia.*

- *Colture permanenti* (Livello1 = 2 AND Livello2 = 2); (sono inclusi in questa classe le superfici coltivate a vite, i frutteti etc.). Totale superficie rispetto all'area di contribuenza 15%.
- *Prati e foraggere* (Livello1 = 2 AND Livello2 = 3). Totale superficie rispetto all'area di contribuenza 22%.
- *Aree boscate* (Livello1=3). Totale superficie rispetto all'area di contribuenza 11%.
- *Aree urbane* (Livello1=1). Totale superficie rispetto all'area di contribuenza 18%.

Il gruppo idrologico[4] è riportato direttamente nella pedologica ERSAF, quest'ultima utilizzata tal quale nel presente lavoro per la determinazione del valore di CN. La suddivisione della superficie comprensoriale tra i diversi gruppi idrologici (**fig. 3.7**) evidenzia che il gruppo A ricopre una superficie del 2%, il gruppo B del 35% il gruppo C del 51% e infine il gruppo D del 12%.

Il valore di CN per ciascuna combinazione uso del suolo-gruppo idrologico è stato ricavato dalle informazioni contenute nel manuale di idrologia tecnica e di fondamenti di costruzioni idrauliche, rispettivamente Moisello (1994)[5] e Becciu e Paoletti (2010)[6]. I valori di CN riportati nella seguente tabella si riferiscono alla condizione intermedia di umidità del suolo antecedente l'evento meteorico (ovvero pari a II).

		Gruppo Idrologico			
		A	**B**	**C**	**D**
Uso Suolo	Seminativi	62	71	78	81
	Colture permanenti	51	67	76	80
	Prati e foraggi	30	58	71	78
	Aree Boscate	45	66	77	83
	Aree urbane	77	85	90	92

I valori di CN sono stati poi corretti per tenere conto dei fattori pendenza e soggiacenza della falda.

Correzione per la pendenza

Al fine di considerare il diverso comportamento idraulico dei terreni in funzione della relativa pendenza è stato applicato l'approccio proposto da Williams (1995)[7].

La pura applicazione del metodo del *Curve Number*, che è stato sviluppato per terreni con pendenze medie del 5%, porterebbe a stimare in modo impreciso il deflusso prodotto nel comprensorio di bonifica.

In particolare:

[4] *Per la definizione di gruppo idrologico si rimanda ai manuali tecnici o testi specialistici come ad esempio Moisello U. (2014). 'Idrologia Tecnica' . Hoepli.*
[5] *Moisello U. (2014). 'Idrologia Tecnica' . Hoepli.*
[6] *Becciu G., Paoletti A. (2010). 'Fondamenti di costruzioni idrauliche'. UTET.*
[7] *Williams, J.R., 1995. Chapter 25: The EPIC Model. In: Singh, V.P. (Ed.), Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Highlands Ranch, U.S., pp. 909–1000.*

- nella parte settentrionale del comprensorio di bonifica dove il territorio è caratterizzato da una superficie collinare in cui la pendenza dei suoli supera frequentemente il 5%, l'applicazione del metodo porta ad un generale incremento del CNII,
- nella porzione residua di comprensorio la cui natura è prevalentemente pianeggiante l'applicazione del metodo porta ad una riduzione del Curve Number.

La correzione contribuisce variare il valore di CNII in modo proporzionale alla pendenza dei suoli secondo la relazione:

$$CNII_{Slope} = \frac{CNIII - CNII}{3} \cdot \left(1 - 2e^{-13.86 \cdot Slp}\right) + CNII$$

Dove:

- $CNII_{Slope}$ (-) è il valore di CNII corretto per la pendenza,
- Slp (-) rappresenta la pendenza della superficie del terreno,
- CNIII (-) è il valore di CN per la condizione antecedente di umidità (AMC) di tipo III determinata con la formula

$$CNIII = \frac{23 \cdot CNII}{10 + 0.13 \cdot CNII}$$

Si riportano in **fig. 3.8** le aree aventi una pendenza maggiore al 5% che corrispondono circa al 13% della superficie comprensoriale.

Correzione per la soggiacenza di falda

Il valore di CNII è stato ulteriormente corretto in funzione delle aree aventi soggiacenza ridotta come suggerito dal manuale Hydrology National Engineering Handbook (parte 630) redatto dall'United State Department of Agriculture (USDA) nel 1995.

La correzione prevede che laddove insiste una soggiacenza di falda inferiore a 60 cm venga attribuito d'ufficio un valore di CNII corrispondente all'uso del suolo reale ma al gruppo idrologico D.

Il calcolo della soggiacenza di falda è stato condotto sottraendo alle quote del territorio comprensoriale ricavate dal modello digitale del terreno DTM i valori della piezometria PTUA mediata nella situazione pre e post stagione irrigua. Le aree aventi soggiacenza ridotta sono riportate in **fig. 3.9** e corrispondo a circa il 12% della superficie comprensoriale.

In conclusione, la mappatura dei CN sul comprensorio consortile è riportata in **fig. 3.10**.

3.3.3 Determinazione della pioggia di progetto

Si è scelto di adottare per il calcolo della produzione di deflusso un tempo di ritorno di progetto pari a 10 anni, coerente con quello per la progettazione delle reti di drenaggio urbano.

Per ogni particella catastale si è calcolata l'altezza di precipitazione di progetto h_T per assegnata durata d secondo la formula analitica proposta da ARPA Lombardia ('Calcolo della linea segnalatrice LSPP')

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{ 1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

$$h_T = a_1 \cdot w_T \cdot d^n$$

Il volume di pioggia ricavato dalla LSPP è stato distribuito uniformemente nel tempo, secondo le ipotesi del metodo di calcolo della produzione di deflusso. È stato assunto un tempo critico della precipitazione pari a 24 ore per i terreni agricoli e 1 ora per quelli urbanizzati.

3.3.4 Attribuzione dei valori di IPD

Per la valutazione dell'indice di produzione di deflusso (IPD) si è proceduto distinguendo in primo luogo i terreni dalle altre tipologie di immobili.

Le modellazioni idrauliche hanno consentito di stimare i deflussi netti originati delle diverse tipologie di terreno, espressi mediante coefficienti udometrici u (l/s/ha) relativi a piogge con tempo di ritorno 10 anni e di rapportarli tra loro al fine di definire il comportamento idraulico dei diversi immobili.

In **fig. 3.11** si mostra la portata specifica dei terreni del comprensorio suddivisa in un numero idoneo di classi atte a rappresentare in modo esaustivo e non eccessivo la variabilità di produzioni del deflusso. Nello specifico la suddivisione in classi è stata da 0 a 1.5, da 1.5 a 2.5, da 2.5 a 4.25 e infine da 4.25 a 7 l/s/ha.

L'indice di produzione di deflusso è stato calcolato come rapporto tra il valore modale della portata specifica della classe i-esima di produzione di deflusso e la portata specifica di riferimento, assunta pari al valore modale delle portate specifiche dei terreni (ovvero 3.25 l/s/ha).

In **fig. 3.12** è riportato il risultato delle elaborazioni eseguite, che porta alla definizione dei IPD per le 4 macro-classi di terreni.

Per quanto concerne il valore da assegnare alle altre tipologie di immobili, occorre tenere presente le diverse modalità di "risposta" dei suoli non agricoli in termini di produzione di deflusso.

Applicando di nuovo il modello di trasformazione afflussi-deflussi CN, la portata specifica per le aree urbanizzate (ovvero con CNII pari a 95) risulta pari a circa 30 volte la portata specifica media dei terreni (quest'ultima determinata a partire dal valore di CNII medio pari a 66).

Con analogo ragionamento si è valutato l'impatto delle altre tipologie di immobili, ovvero le strade e altre infrastrutture quali ad esempio le ferrovie. Esaminate le varie casistiche presenti si è ritenuto di semplificare l'approccio e uniformare tutte queste tipologie in un'unica categoria, a cui è possibile associare un IPD compreso tra 5 e 10. In sede di prima applicazione del piano risulta assegnato il valore di IPD pari a 8, ritenuto idoneo a considerare il nastro stradale impermeabile e le banchine laterali permeabili. Tale valore potrà essere rimodulato a seguito di approfondimenti di dettaglio.

Costituisce una peculiarità del territorio la presenza di impianti serricoli per coltivazioni orticole, in particolare nei comuni dell'alto mantovano di Guidizzolo, Volta Mantovana, Cavriana, Goito, Gazoldo degli Ippoliti e Rodigo. Tali impianti sono di norma dotati di coperture impermeabili e di un sistema di raccolta e convogliamento delle acque piovane tra una serra e l'altra. Trattasi di strutture che possono avere carattere "temporaneo" e che catastalmente restano censite come terreno agricolo, pertanto una loro caratterizzazione tributaria deve necessariamente essere effettuata con operazione manuale. In una prima fase di applicazione del Piano si ritiene di applicare alle serre il tributo di

bonifica dei terreni agricoli. Ci si riserva tuttavia un futuro approfondimento con successiva possibile applicazione di un IPD maggiorato.

3.4 Indice di percorso di bonifica IPB

L'indice di percorso di bonifica è legato alle caratteristiche del percorso idraulico che deve seguire il deflusso prodotto localmente per raggiungere il corpo idrico ricettore ed è quindi connesso con il rischio idraulico che viene evitato al singolo immobile tenendo in efficienza la rete scolante. Qualora ciò non avvenisse, ovvero qualora i canali non fossero in grado di scolare le acque e le idrovore fossero ferme, vi sarebbero immobili completamente sommersi, altri parzialmente o soltanto in determinati periodi, altri ancor meno e così via.

La gradazione di questo rischio si basa essenzialmente su una suddivisione in zone omogenee in funzione dell'altimetria relativa al recapito finale, la cosiddetta "soggiacenza".

L'indice tiene conto della posizione altimetrica di un terreno rispetto alle quote di recapito finale delle acque meteoriche, intendendosi, in linea generale, che i terreni posti in posizione più depressa ricevono un maggiore beneficio dalle attività di bonifica consorziali.

Per la perimetrazione delle aree a diverso indice IPB si è proceduto per i macro bacini:

- Redone Superiore e Inferiore con recapito in Mincio a quota circa 60 m slm;
- Osone, Goldone con recapito in Mincio a quota circa 20 m slm;
- Fuga, Fabrezza, Destra Chiese con recapito in Oglio a quota circa di 30 m slm.

L'altimetria delle singole porzioni dei diversi bacini, desunta da DTM con maglia 5x5, è stata correlata all'altezza della sezione di recapito finale raggruppando i valori ottenuti in 4 classi in funzione dell'elevazione E (**fig. 3.13**) e assegnando i seguenti valori di IPB:

classe	E (m)	IPB
1	0 - 25	1,00
2	25 - 50	0,90
3	50 - 75	0,80
4	> 75	0,60

Ne risulta dunque una suddivisione del territorio comprensoriale nelle seguenti macro aree:

- **superfici a deflusso naturale di pianura (classi 1, 2)**, caratterizzate dalla presenza di collettori che corrono per lo più nella direzione di massima pendenza con quote di fondo parallele al piano campagna. È questo il caso della maggior parte del territorio, nelle quali il pericolo di esondazione non risulta in generale connesso con la quota del piano di campagna e le eventuali esondazioni da canali di bonifica hanno un ambito di espansione limitato dalla presenza di canali e di rilevati.
- **superfici a deflusso naturale con elevata pendenza (classi 3, 4)** caratterizzate da minor rischio di allagamento in quanto le acque subiscono una rapida traslazione verso valle. Queste aree sono situate nella fascia collinare e nell'alta pianura del comprensorio;

Per quanto riguarda le superfici a deflusso alternato dove l'allontanamento delle acque può avvenire in modo naturale o con l'ausilio di pompe idrovore in funzione delle condizioni del corpo idrico ricettore si è ritenuto di applicare un coefficiente dedicato a valle dell'applicazione dei singoli indici elementari. Tale aspetto riguarda nello specifico alcune aree di limitata estensione poste a ridosso del

fiume Oglio nella parte sud del territorio comprensoriale nonché di un'area valliva depressa in zona collinare.

3.5 Indice di intensità delle opere di bonifica IIB

L'indice di intensità del servizio di bonifica (IIB) esprime il diverso grado di copertura del servizio di bonifica svolto dal Consorzio nelle diverse zone del Comprensorio. Per la valutazione dell'indice è stato utilizzato un indicatore numerico costituito dalla densità della rete di bonifica, ovvero lo sviluppo lineare di canali di bonifica per unità di superficie omogenea.

Nel comprensorio del Consorzio il grado di intensità del servizio di bonifica è connesso allo sviluppo storico delle diverse zone e rispecchia l'evoluzione del territorio, legata alla progressiva unificazione delle diverse realtà consortili originarie da cui, come noto, discende il Garda Chiese.

Si possono quindi individuare in modo abbastanza evidente 3 diverse zone omogenee:

- area della media pianura mantovana, in cui l'attività di bonifica è storicamente consolidata, delimitata a nord dal piede delle zone moreniche in cui affiorano alcuni fontanili e caratterizzata da un reticolo molto fitto di canali naturali che, con la realizzazione del sistema di adduzione del Canale Virgilio, hanno assunto una funzione promiscua di bonifica e irrigazione;
- area collinare morenica, in cui le acque piovane trovano recapito in colatori naturali a regime torrentizio e con funzione quasi esclusivamente di scolo;
- area dell'alta pianura ghiaiosa caratterizzata da suoli molto sciolti e aridi, con reti di scolo limitate a piccoli fossi di scolo e nei quali solo con l'avvento dell'irrigazione si è reso necessario provvedere alla regimazione delle acque superficiali.

L'indice di intensità è definito con l'espressione

$$IIB = \frac{IIB_i}{IIB_m}$$

Ove l'indice i-esimo delle zone è rapportato a quello delle media pianura, assunto come riferimento, e definito come rapporto tra le lunghezze dei corsi d'acqua del reticolo in gestione al Consorzio nelle 3 zone e le rispettive superfici. Si ottengono i seguenti valori dell'indice di intensità del servizio di bonifica:

zona	Lunghezza reticolo di bonifica (km)	Area (ha)	intensità (km/ha)	IIB
alta pianura - Intensità molto bassa	45,94	7028,00	0,006537	0,38
media e bassa pianura - Intensità ordinaria	754,92	44794,00	0,016853	1
area collinare - Intensità bassa	142,48	13450,00	0,010593	0,63

Viene assegnato valore 0 all'indice IIB per quelle porzioni territoriali in cui, allo stato attuale, non sono presenti opere di bonifica in gestione al Consorzio. Tale valore sarà ridefinito qualora il Consorzio assumesse la titolarità di corsi d'acqua oggi afferenti al reticolo minore o privato.

L'indice di intensità delle opere potrà essere altresì rivisto in funzione della presa in carico di canali o corsi d'acqua oggi ricadenti nel reticolo minore dei Comuni o nel reticolo privato.

La carta dell'indice di intensità del servizio di bonifica IIB è riportata in **fig. 3.14**.

3.6 Indice tecnico finale per il riparto degli oneri di bonifica

L'indice tecnico finale IF consiste nella combinazione dei tre indici tecnici elementari descritti nei paragrafi precedenti:

$$IF = IPD \cdot IPB \cdot IIB$$

Per quanto concerne i **terreni**, dalla combinazione dei 3 indici elementari derivano 44 valori distinti successivamente raggruppati in **6 classi**. A ciascuna classe è attribuito un valore di riferimento a cui è applicato il coefficiente di armonizzazione α volto a ridurre la dispersione dei valori ottenuti. Il territorio viene pertanto suddiviso in 6 zone omogenee caratterizzate da:

$$IF_i = V_i^{\alpha}$$

ove:

IF_i è l'indice finale della zona i-esima

Vi è il valore caratteristico della zona i-esima

α è un coefficiente di armonizzazione assunto pari a 0,5.

Si hanno dunque i seguenti valori di IF per i terreni (**fig. 3.15**):

zona	*IF*
T1	**1,00**
T2	**1,10**
T3	**0,87**
T4	**0,71**
T5	**0,59**
T6	**1,30**

Per gli **immobili extra agricoli** (fabbricati urbani, fabbricati rurali, strade e infrastrutture) si è proceduto determinando in prima istanza l'indice derivante dalla combinazione di IPB e IIB al fine di ottenere una zonizzazione del comprensorio sulla quale applicare l'indice di produzione di deflusso delle diverse categorie di immobili. Accorpando in classi l'indice derivante dalla combinazione di IPB e IIB sono state ottenute le seguenti 5 zone omogenee (**fig. 3.16**) cui viene assegnato il relativo coefficiente correttivo dell'indice di produzione di deflusso:

zona	α_i
1	**1,00**
2	**0,95**
3	**0,81**
4	**0,59**
5	**2,00**

La determinazione dell'indice finale IF_i da attribuire a ciascun immobile si calcola con l'espressione;

$$IF_i = \alpha_i * IPD_i$$

in cui:

IF_i indice tecnico finale della zona i-esima

α_i coefficiente correttivo di IPD della zona i-esima

IPD_i indice di produzione di deflusso della categoria catastale i-esima.

3.7 Riparto degli oneri di bonifica

Il riparto degli oneri di bonifica per le diverse categorie catastali si basa sull'applicazione dell'indice tecnico finale e di un indice economico; quest'ultimo, come detto in § 3.2, è individuato nella rendita catastale per i fabbricati, nel reddito dominicale per i terreni e nella superficie catastale per tutte le altre categorie di immobili.

I due indici (tecnico ed economico) rimangono separati e sono oggetto di moltiplicazione reciproca soltanto all'interno della stessa categoria catastale di immobili; l'indice economico non è strumento di confronto o correlazione tra categorie catastali diverse.

L'applicazione dell'indice economico avviene a posteriori dell'indice tecnico: gli indici tecnici consentono infatti di valutare preliminarmente il riparto delle spese tra i vari gruppi di immobili identificati mentre, all'interno di ciascun gruppo, la suddivisione della spesa tra le singole proprietà si effettua in misura proporzionale alla consistenza economica della stessa.

Pertanto, si procede in una prima fase alla determinazione degli importi da ripartire all'interno di ciascuna categoria catastale mediante l'applicazione dell'indice tecnico finale.

Detto $\mathbf{C_B}$ l'importo complessivo degli oneri di bonifica, la quota $\boldsymbol{C_{Bi}}$ da ripartire all'interno di ogni categoria omogenea di immobili viene calcolata rapportando la superficie virtuale della categoria alla superficie virtuale totale:

$$C_{B\,i} = \frac{S_{Vi}}{\sum_{i=1}^{n} S_{Vi}} \cdot C_B$$

in cui:

n = numero di categorie di immobili

S_{Vi} = superficie virtuale complessiva degli immobili appartenenti alla categoria catastale i-esima data dal prodotto delle superfici elementari per l'indice tecnico finale.

L'importo complessivo da porre a contribuenza per ciascuna categoria viene poi ripartito tra le diverse zone omogenee. Tali zone sono state definite suddividendo in classi l'indice tecnico finale pertanto per il riparto degli oneri di bonifica non è richiesta una ulteriore ponderazione dell'indice economico.

Si riportano nel seguito le modalità di calcolo delle aliquote di contribuenza di bonifica.

Si definiscono, per la zona i-esima:

C_{BUi} importo degli oneri di bonifica a carico dei fabbricati urbani

C_{BFi} importo degli oneri di bonifica a carico dei fabbricati rurali

C_{BTi} importo degli oneri di bonifica a carico dei terreni

C_{BSi} importo degli oneri di bonifica a carico di strade e altre infrastrutture

AUi aliquota di bonifica dei fabbricati urbani

AF_i aliquota di bonifica dei fabbricati rurali

ATi aliquota di bonifica dei terreni

AS_i aliquota di bonifica di strade e altre infrastrutture

Per i **fabbricati urbani** il riparto avviene pesando la rendita catastale del fabbricato sul totale delle rendite catastali presenti all'interno della zona.

Per i fabbricati rurali si assume una riduzione del 50% del contributo, come previsto dalle Linee Guida e come già in essere con il vigente Piano di Classifica.

L'aliquota di contribuenza $\boldsymbol{AU_i}$ risulta dunque espressa come percentuale della rendita catastale mediante la seguente espressione:

$$AU_i = \frac{2(C_{BU\,i} + C_{BF\,I})}{(2 * R_{U\,i} + R_{F\,i})}$$

ove

R_{Ui} rendita complessiva dei fabbricati urbani nella zona i-esima

R_{Fi} rendita complessiva dei fabbricati rurali nella zona i-esima

Per i **fabbricati rurali** l'aliquota di bonifica $\boldsymbol{AF_i}$ risulta di conseguenza pari a $AU_i/2$.

Il Consorzio si riserva in futuro la facoltà di emettere il ruolo di bonifica anche per gli enti urbani accatastati nella categoria F. Trattasi di edifici o immobili privi di rendita catastale che godono del beneficio di bonifica e per i quali l'aliquota di contribuenza sarà definita in funzione della superficie catastale.

Per i **terreni** il riparto è effettuato proporzionalmente al reddito dominicale e pertanto l'aliquota di bonifica $\boldsymbol{AT_i}$ è determinata con l'espressione:

$$AT_i = \frac{C_{BT\,i}}{R_{T\,i}}$$

ove

R_{Ti} reddito complessivo dei terreni nella zona i-esima

Per le **strade e altre infrastrutture,** immobili privi di rendita, il riparto degli oneri di bonifica avviene proporzionalmente alla superficie catastale. L'aliquota di bonifica $\boldsymbol{AS_i}$ è dunque espressa in €/ha e calcolata come segue:

$$AS_i = \frac{C_{BSi}}{SSI_i}$$

dove:

SSI_i superficie complessiva di strade e infrastrutture nella zona i-esima.

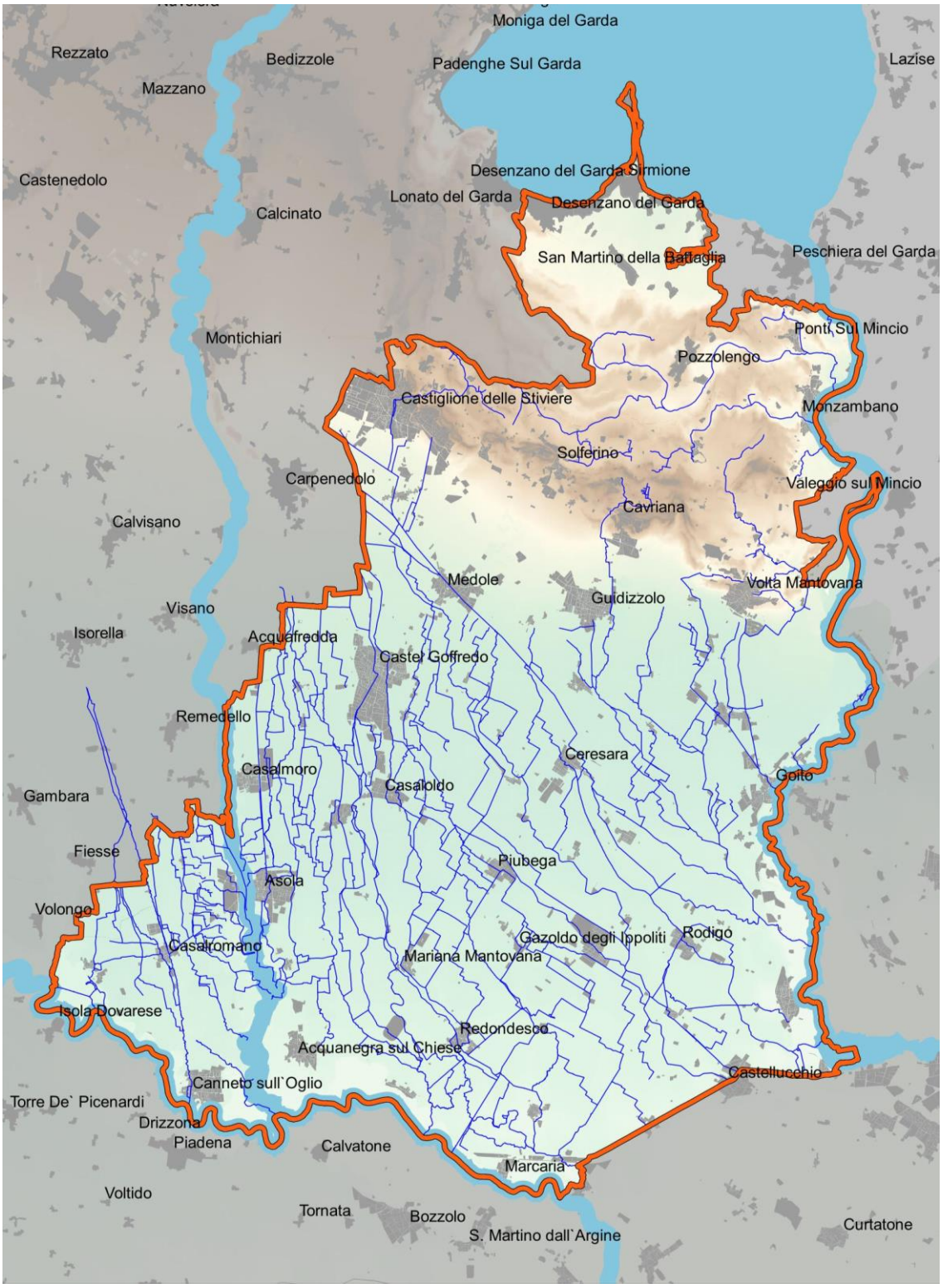


Fig. 3.1 – Rete di scolo gestita dal Consorzio

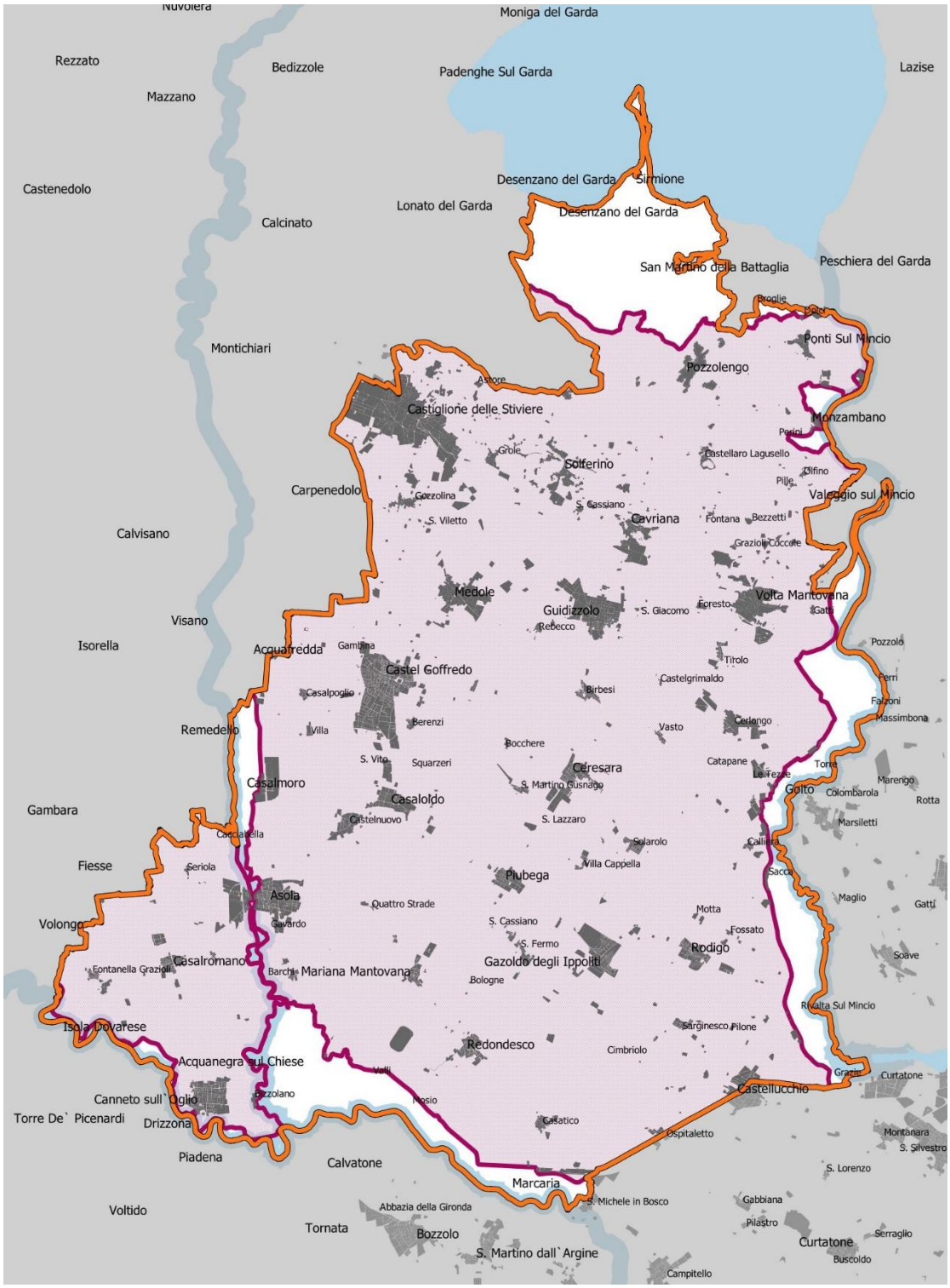
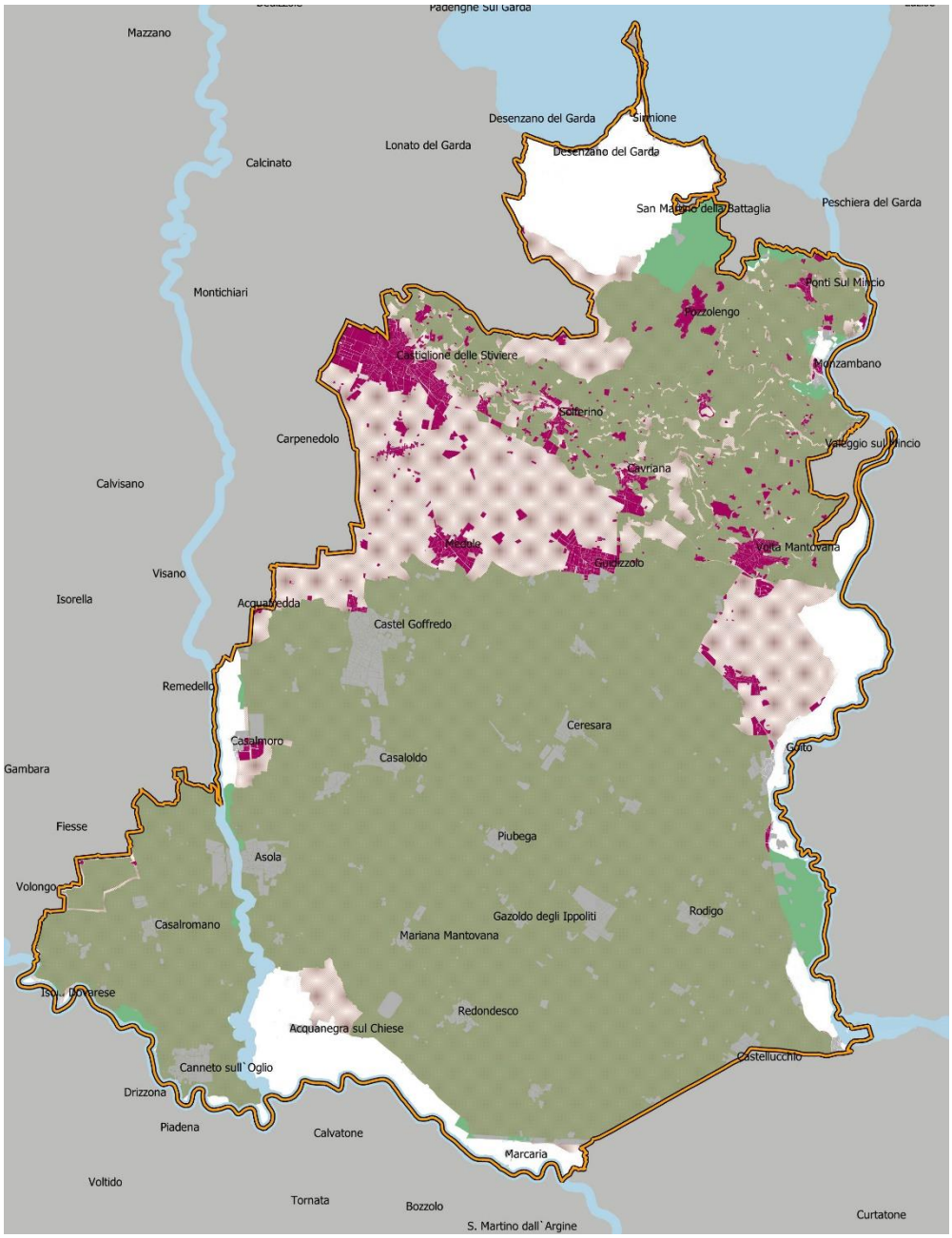


Fig. 3.2 – Perimetro di contribuenza di bonifica



Terreni a ruolo attuali

Fabbricati a ruolo attuali

Terreni a ruolo nuovi

Fabbricati a ruolo nuovi

Aree non più a ruolo

Fig. 3.3 – Confronto tra il nuovo perimetro di contribuenza di bonifica e quello attuale

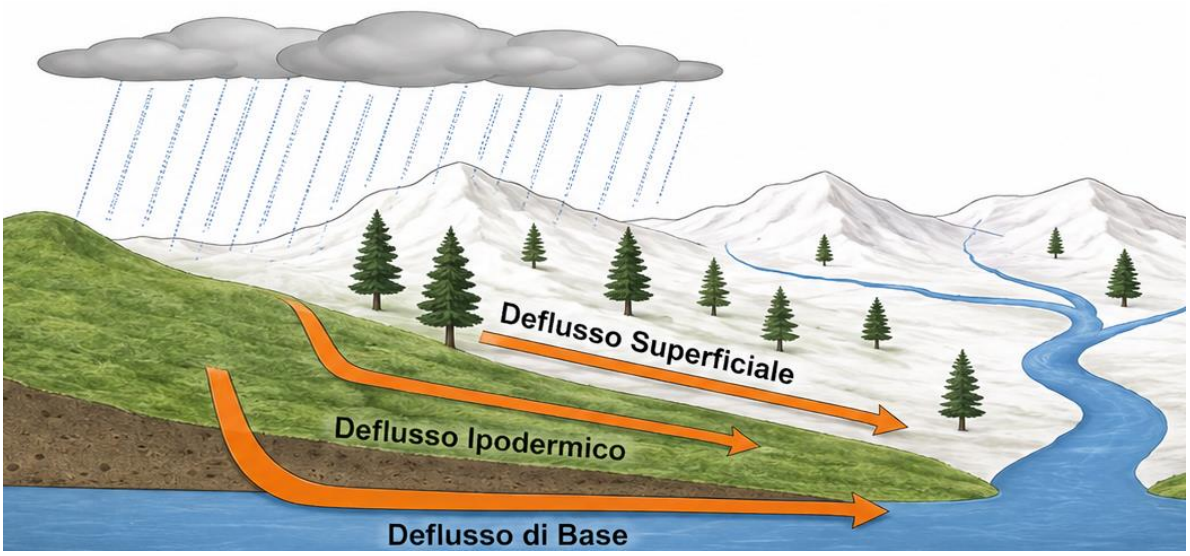


Fig. 3.4 – Deflussi concorrenti alla formazione di una piena

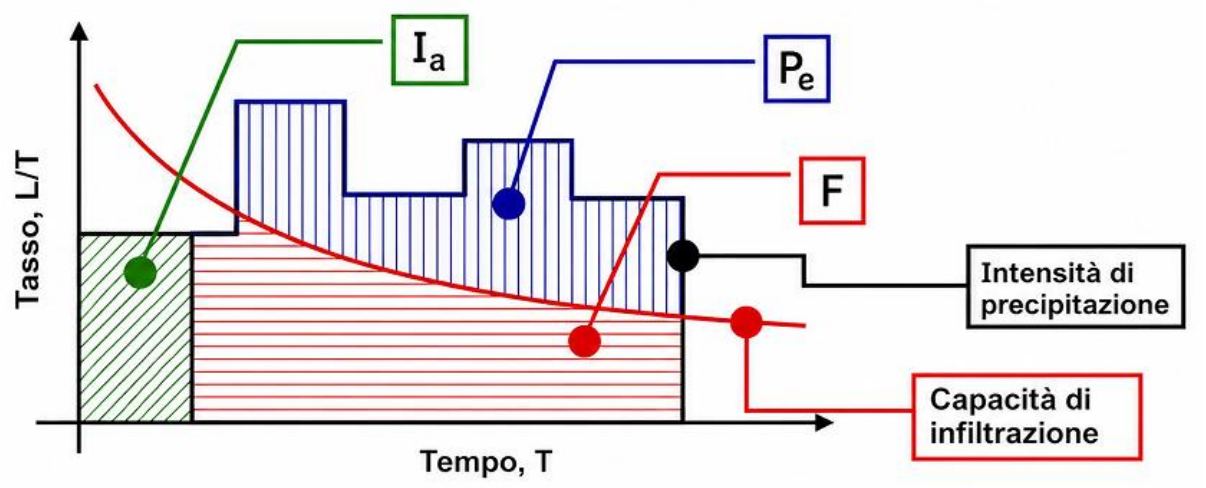


Fig. 3.5 - distribuzione dei volumi di un evento di pioggia secondo il metodo CN

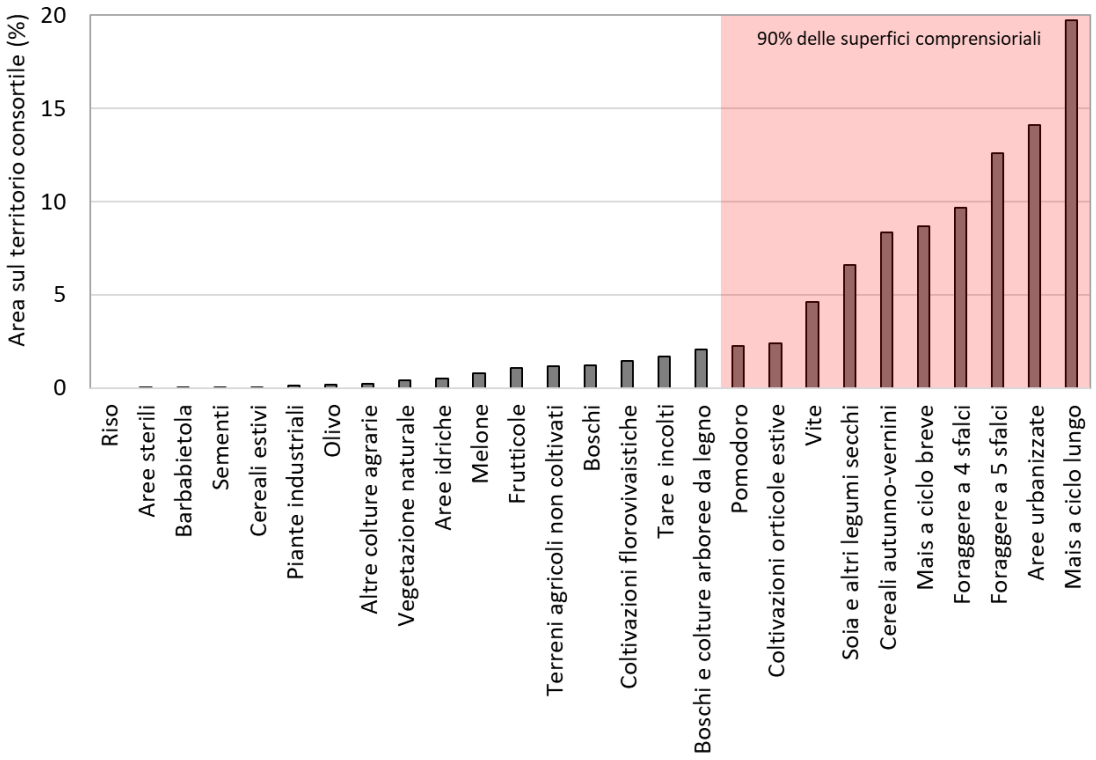


Fig. 3.6 - Usi del suolo presenti sul comprensorio regionale e percentuale di ciascun uso rispetto alla superficie di contribuenza. In rosso si evidenziano gli usi del suolo le cui percentuali, se sommate, rappresentano circa il 90% dell'intera area di contribuenza.

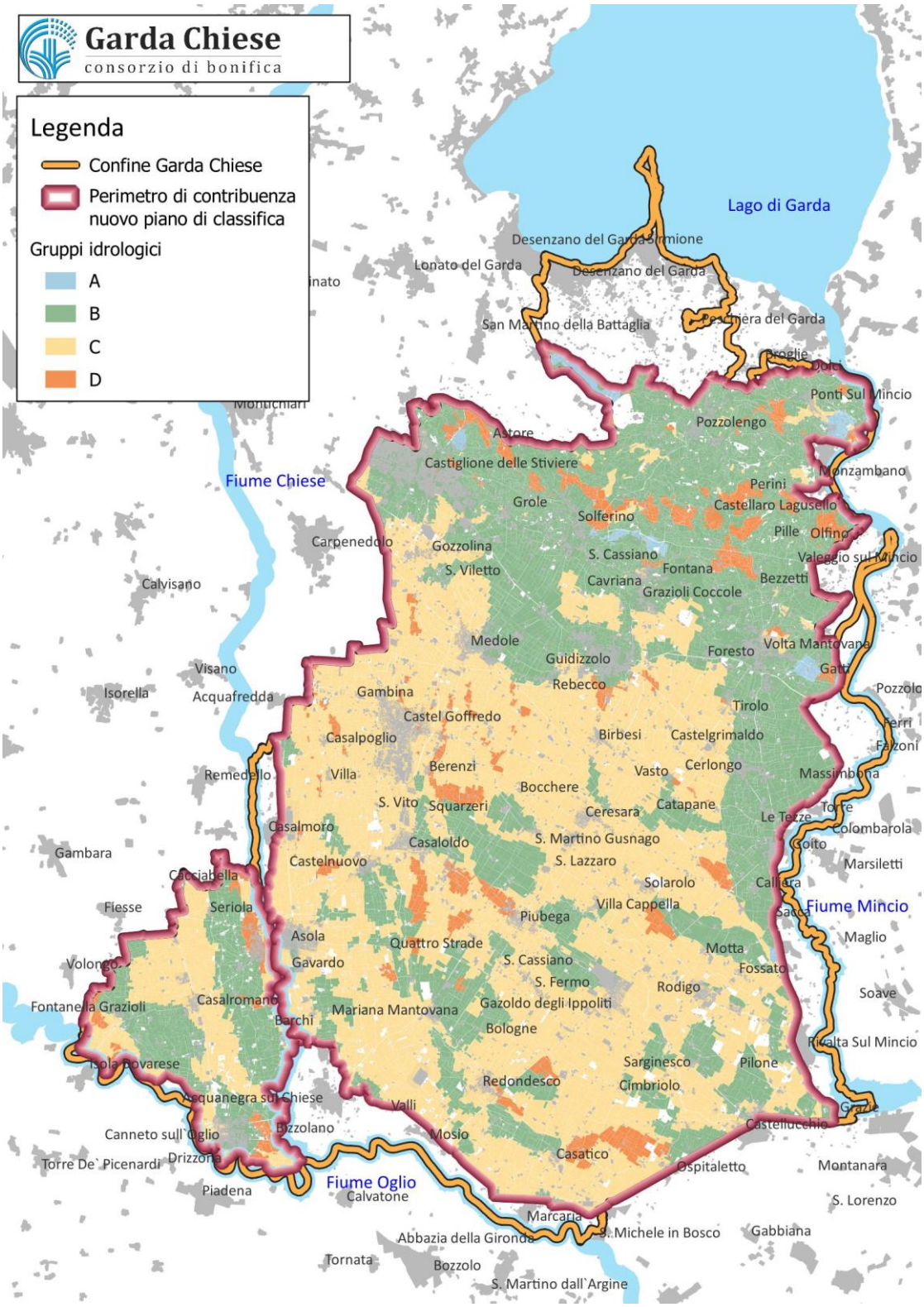


Fig. 3.7 - Gruppo Idrologico (GI) sul perimetro di contribuenza di bonifica.

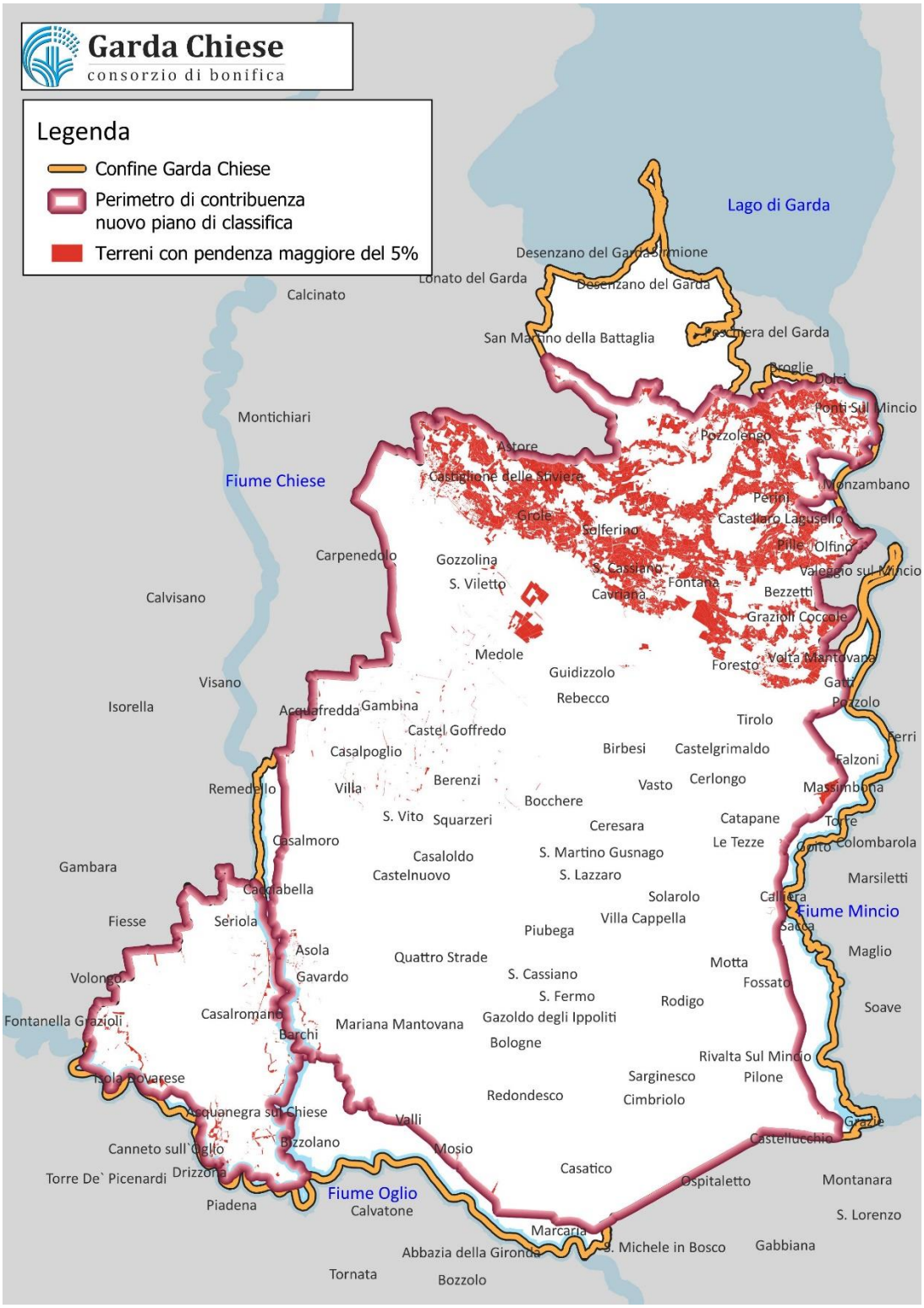


Fig. 3.8 – In rosso le aree del comprensorio aventi una pendenza maggiore del 5%

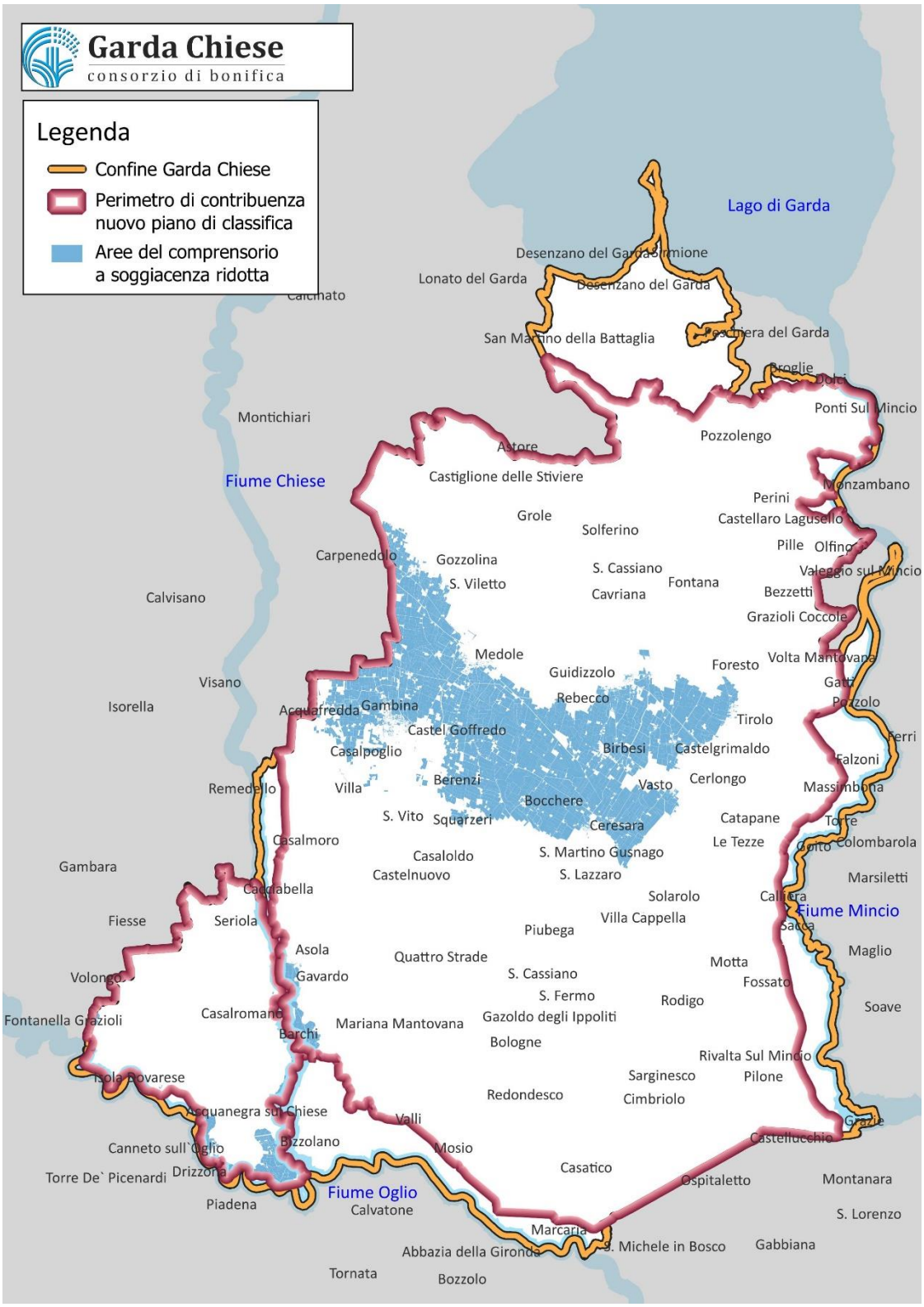


Fig. 3.9 – Aree aventi soggiacenza ridotta

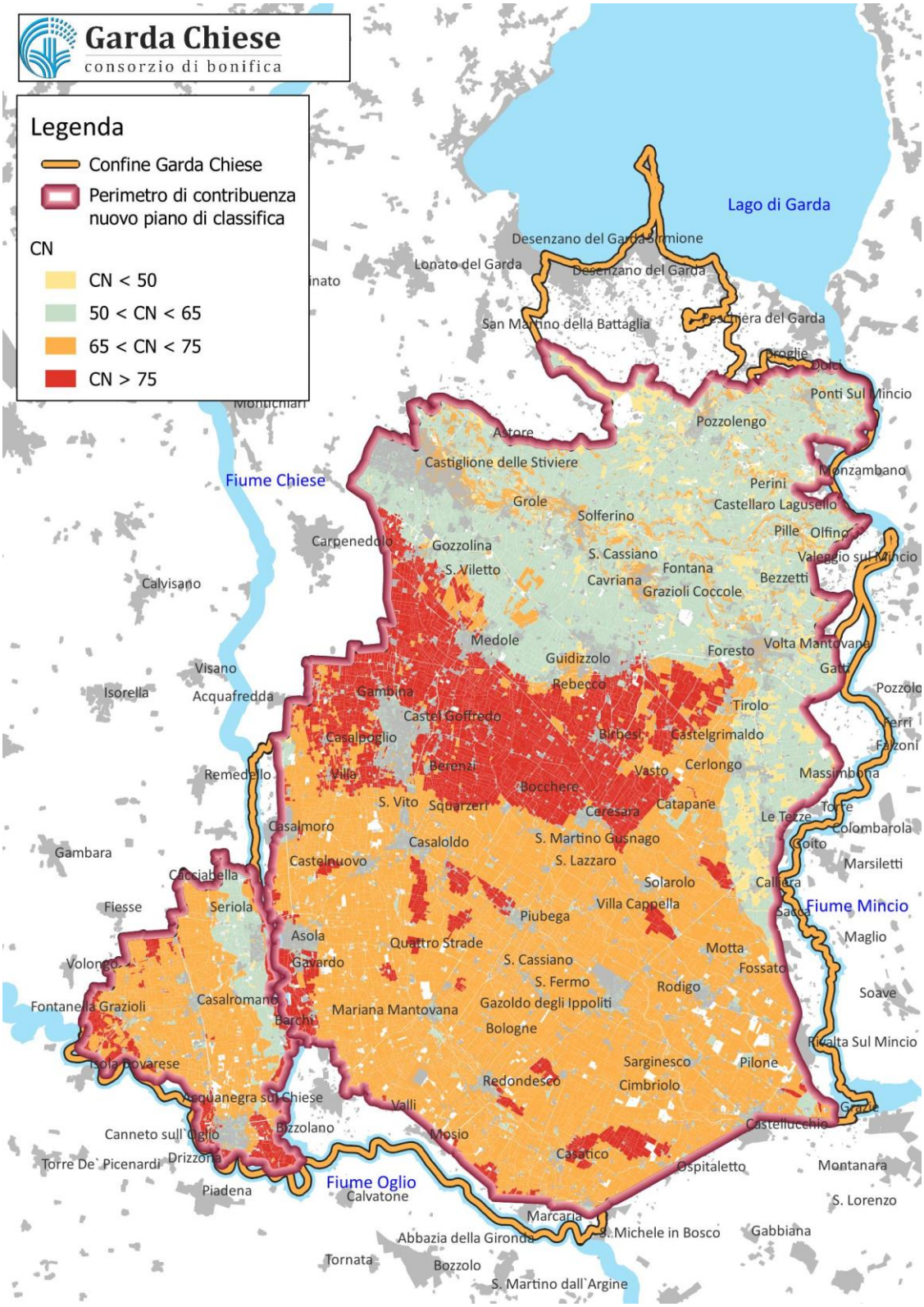


Fig. 3.10 – Planimetria dei CN

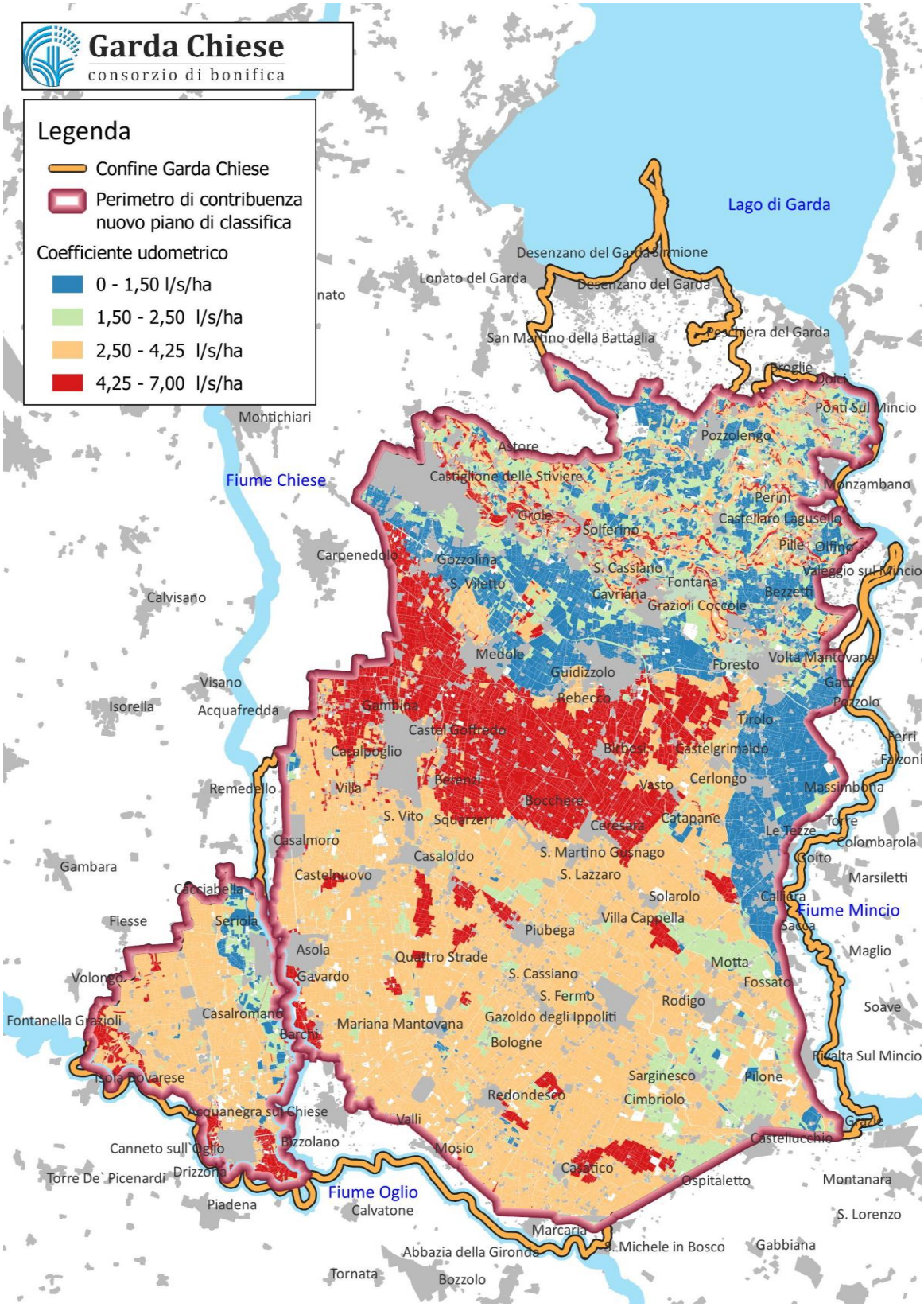


Fig. 3.11 – Suddivisione dei terreni secondo 4 classi omogenee di produzione di deflusso

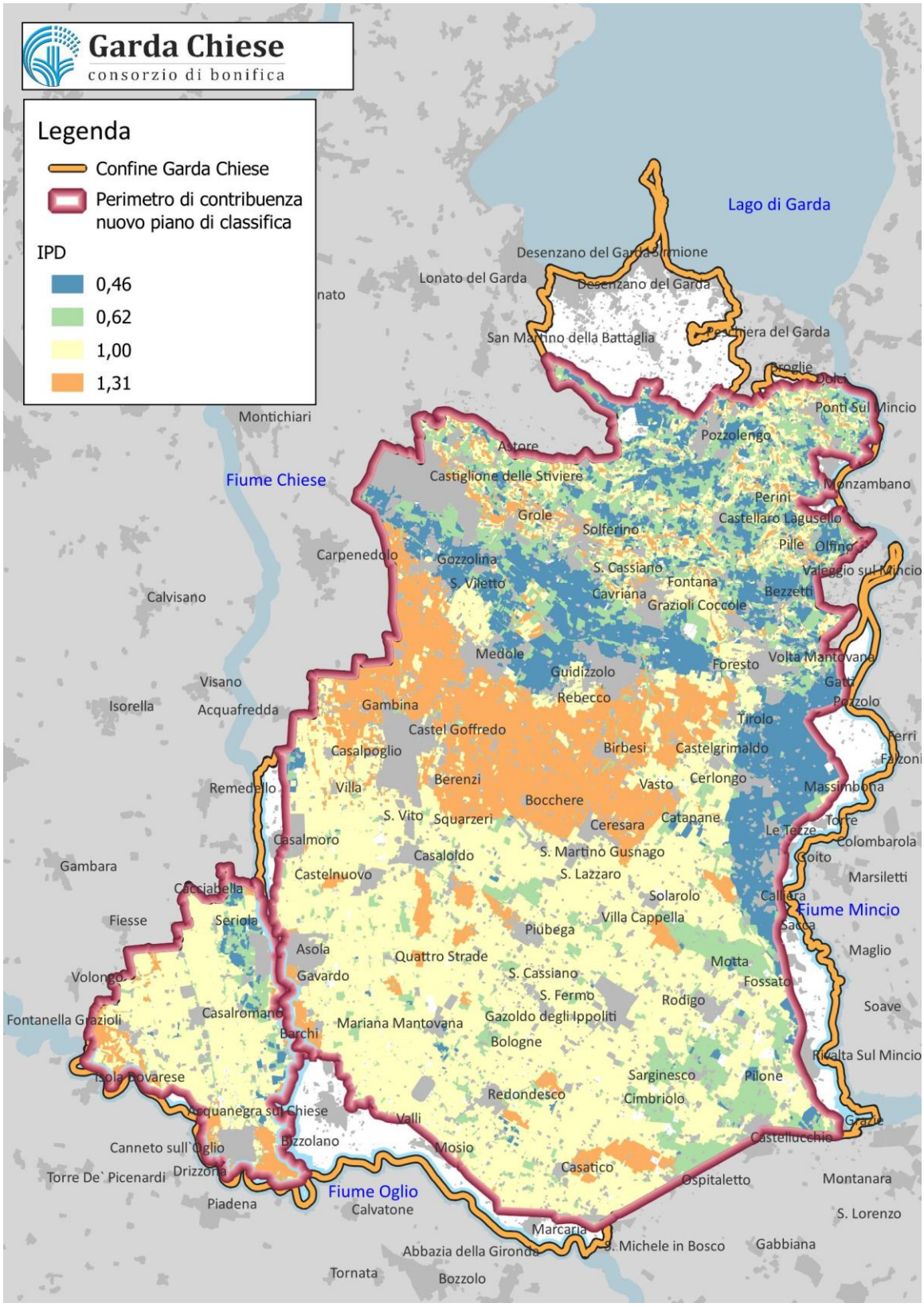


Fig. 3.12 – Indice di produzione di deflusso dei terreni

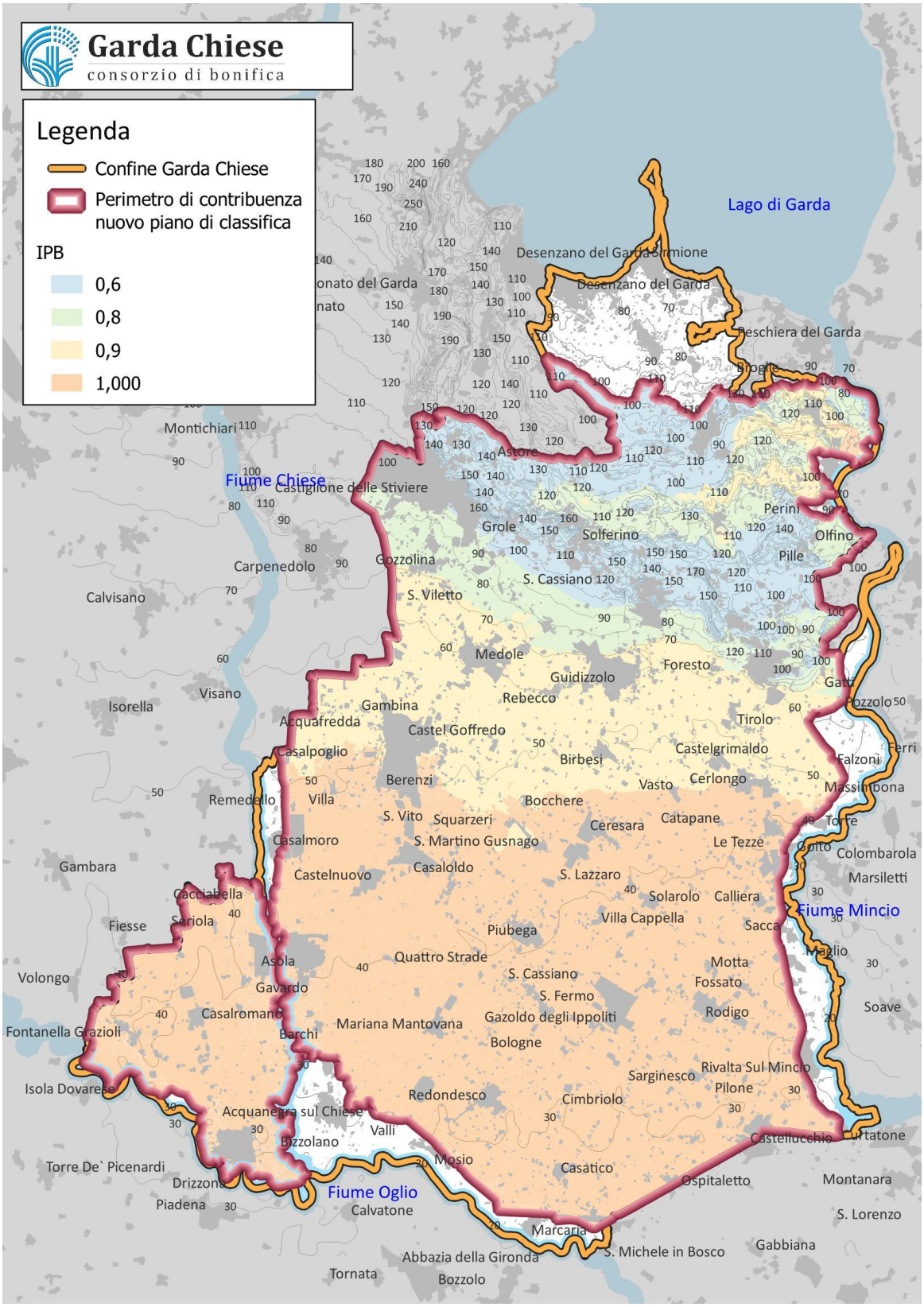


Fig. 3.13 – Indice del Percorso di Bonifica

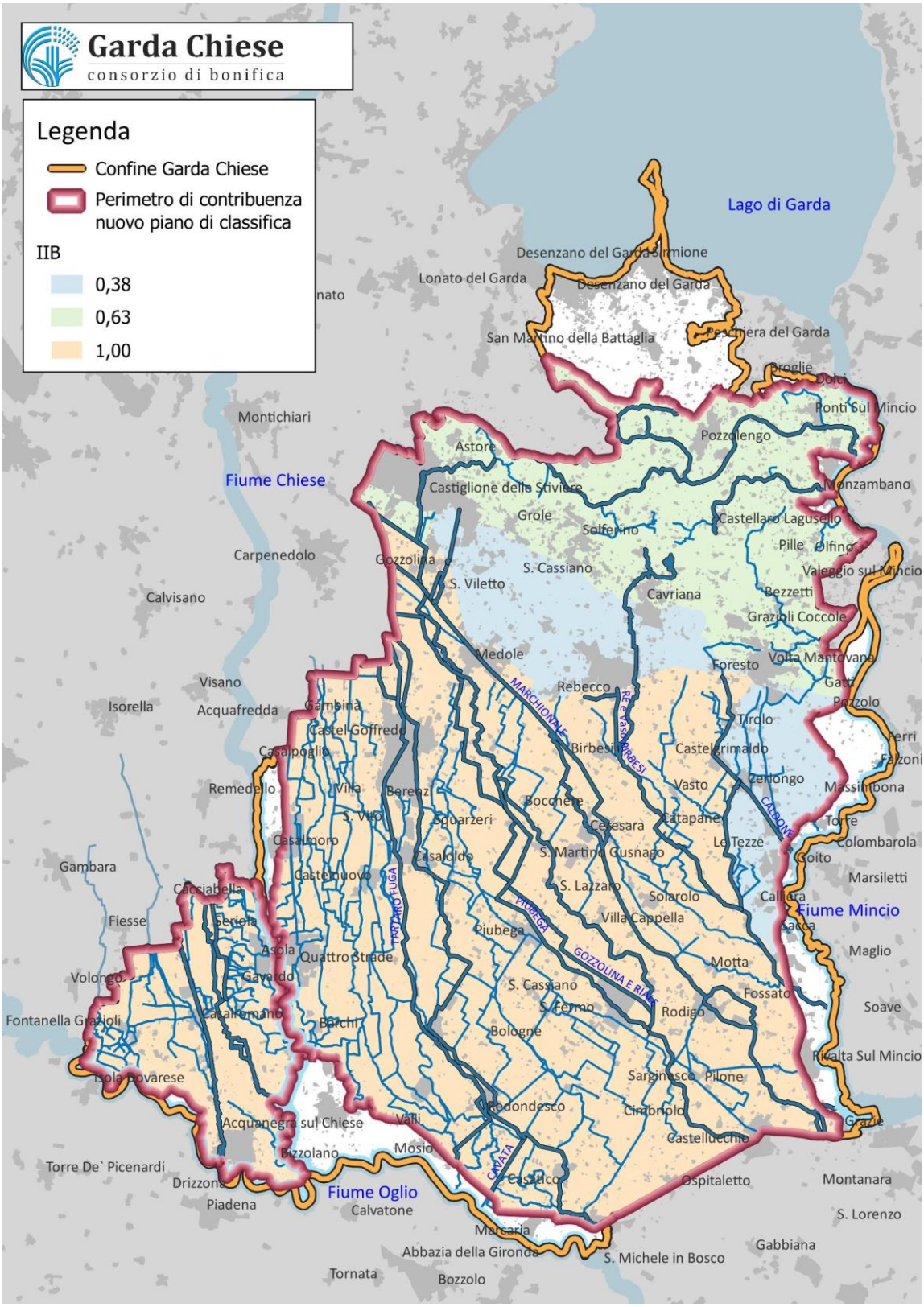


Fig. 3.14 – Indice dell'Intensità di Bonifica

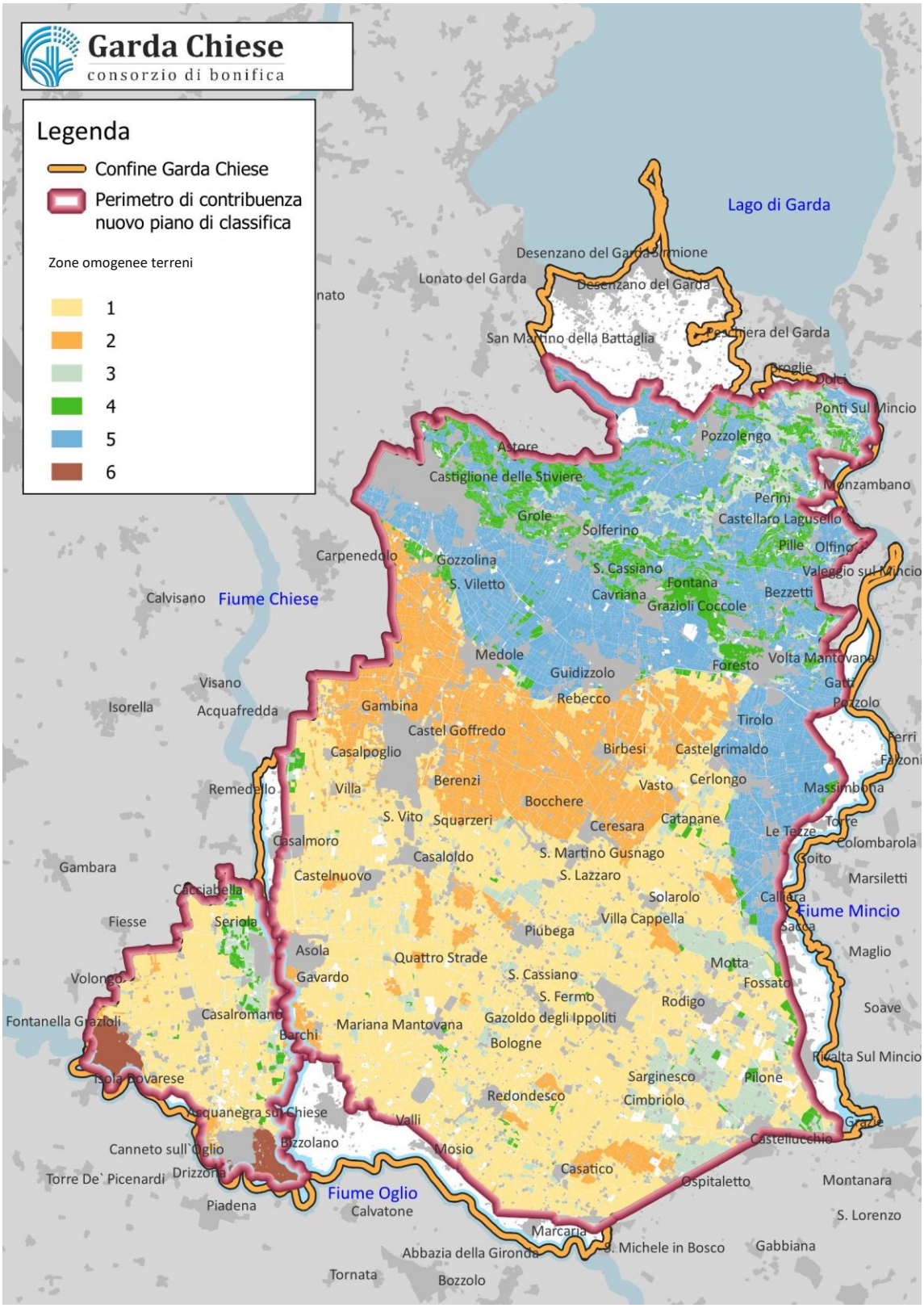


Fig. 3.15 – Zone omogenee per indice tecnico finale dei terreni

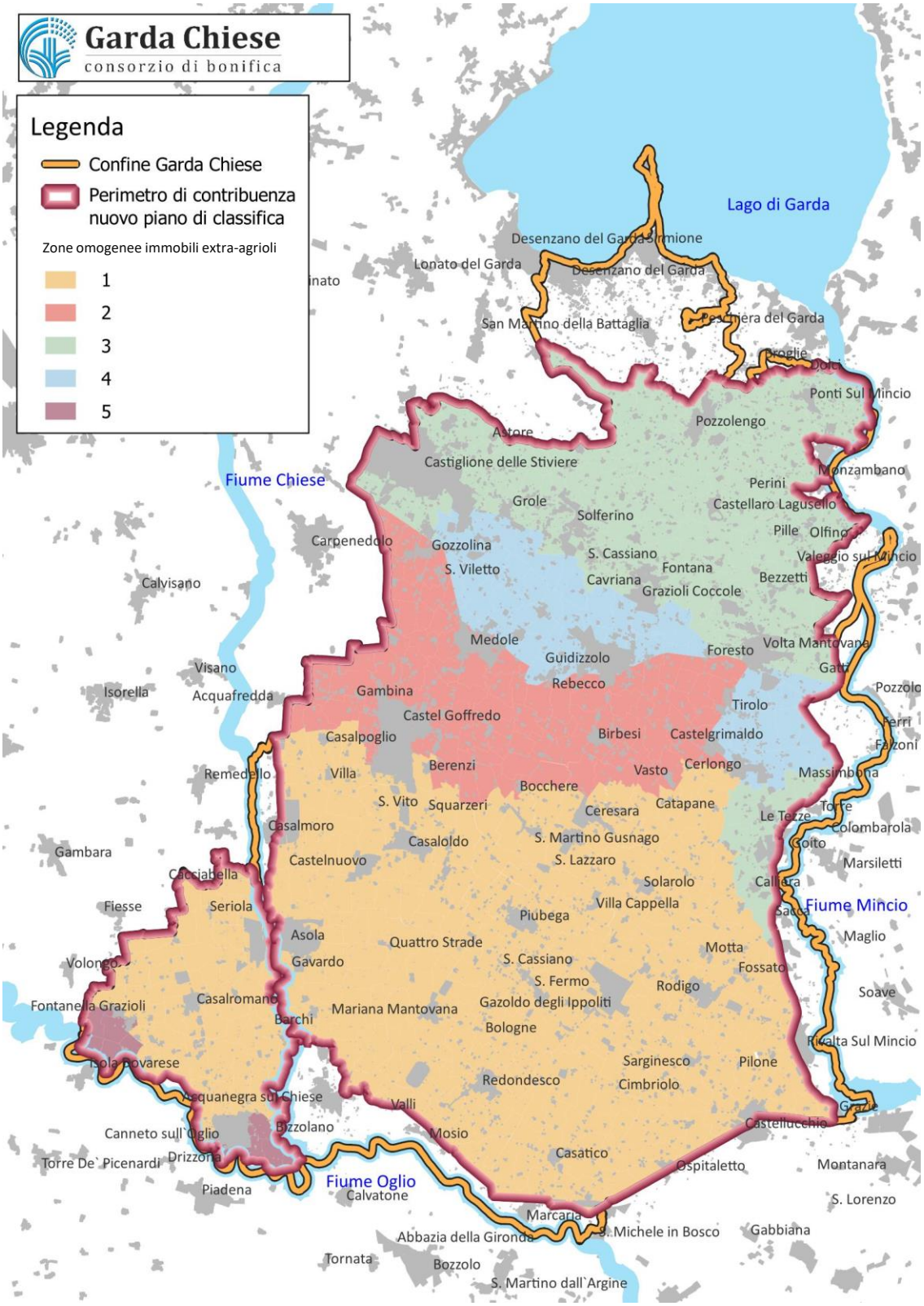


Fig. 3.16 – Zone omogenee per indice tecnico finale degli immobili extra agricoli

4. Riparto degli oneri di irrigazione

4.1 Bacino di contribuenza e zone omogenee

Il bacino di contribuenza su cui ripartire gli oneri di irrigazione comprende tutti i terreni agricoli che traggono beneficio dalla presenza e dalla funzionalità delle opere irrigue in gestione al Consorzio. Sono pertanto soggetti a contributo tutti i terreni agricoli che risultano irrigabili attraverso opere irrigue esistenti, esercite e mantenute dal Consorzio. Essi ammontano a complessivi 50.296,50 ha (ruolo di contribuenza 2024). Sono escluse dal perimetro di contribuenza irriguo le aree servite dai Consorzi di Miglioramento Fondiario e da altri consorzi irrigui di natura privata operanti sul territorio.

Il territorio comprensoriale è stato suddiviso in aree omogenee per l'irrigazione, definite come territori serviti da una rete irrigua autonoma alimentata da una o più fonti comuni. A ciascuna area omogenea sono associati i corrispondenti centri di costo nei quali vengono rilevati gli oneri di irrigazione.

Ai centri di costo saranno attribuite le spese di diretta imputazione e quota parte delle spese generali.

Nel comprensorio del Consorzio sono state individuate **4 unità territoriali omogenee** (**fig. 4.1**) in funzione delle caratteristiche del territorio, della fonte di approvvigionamento, dell'organizzazione gestionale del Consorzio:

Alto Mantovano (AM): comprende sostanzialmente il territorio del disciolto Consorzio di bonifica Alto Mantovano e include quindi le aree irrigate tramite il Canale Arnò e i terreni compresi tra le alte pianure di Castiglione delle Stiviere, Medole, Solferino, Cavriana e Guidizzolo. Ha un'estensione lorda di circa 4.900 ha e fa riferimento al magazzino consortile di loc. Grole di Castiglione delle Stiviere.

Medio Mantovano (MM): occupa la porzione di pianura irrigata integralmente con le acque del fiume Mincio ed è idealmente delimitata a sud dal fiume Oglio e ad ovest dal fiume Chiese. Trattasi dell'area in sinistra Chiese dei disciolti comprensori del Consorzio Destra Mincio e del Consorzio Medio Mantovano, dal quale prende il nome poiché ne rappresenta il nucleo di formazione storica. Ha un'estensione lorda complessiva di circa 47.000 ha e comprende al suo interno anche l'area servita dall'impianto pluvirriguo Rodigo-Goito. La zona è gestita operativamente attraverso i magazzini di Volta Mantovana, Piubega, Goito (sotto zone Medio Nord, Medio Ovest, Medio Sud).

Destra Chiese (DC): è l'intera porzione di comprensorio situata in sponda destra del fiume Chiese e delimitata a ovest dai confini di provincia Mantova – Cremona e Mantova – Brescia. In questa zona l'irrigazione è praticata mediante apporto di acque di colo, fontanili o pozzi nonché mediante il sollevamento di acque dal fiume Oglio; ha un'estensione lorda complessiva di circa 6.500 ha, dei quali circa 1.400 ha sono attualmente serviti dal Consorzio. Dal punto di vista operativo l'unità territoriale Destra Chiese fa riferimento al magazzino di Casalromano. Anche in questo caso è bene precisare che la zona Destra Chiese rappresenta una porzione del disciolto Consorzio Medio Mantovano, il cui nome è stato attribuito alla sola zona in sinistra Chiese. Pur avendo un'autonomia gestionale, le interazioni tra le due zone sono ancora fortemente radicate e per tale ragione il riparto dei costi per queste 2 zone omogenee sarà attuato considerando l'aggregazione dei costi e delle superfici di contribuenza.

Colli Morenici (CM): individua la porzione collinare del comprensorio, coincidente con il territorio dell'ex Consorzio Colli Morenici del Garda, con una superficie totale di 17.000 ha, di cui circa 9.500 ha serviti da strutture consortili. Il magazzino consortile dal quale si programmano e si coordinano le attività sul territorio è sito in Comune di Monzambano, in loc. Castellaro Lagusello.

4.2 Criteri per il riparto degli oneri di irrigazione

Gli indici tecnici utilizzati per la ripartizione degli oneri di irrigazione sono:

- **IDI - indice di dotazione irrigua**: rappresenta la disponibilità nominale di acqua per uso irriguo di uno specifico immobile all'interno dell'area omogenea di appartenenza.
- **IAI - indice di adduzione irrigua**: dipende dalle modalità con cui il Consorzio convoglia l'acqua alle utenze nei diversi bacini irrigui a partire dalla rete principale di adduzione;
- **IEI - indice di elasticità dell'irrigazione**: esprime la flessibilità con cui l'utente ha titolo per esercitare l'irrigazione sui propri fondi;
- **IDE - indice di dotazione energetica**: esprime la potenza impegnata per la fornitura irrigua in varie sottozone afferenti ad un determinato centro di costo;

L'applicazione degli indici all'interno delle varie aree omogenee tiene conto delle specifiche peculiarità dell'area, pertanto non tutti sono necessariamente utilizzati nei diversi centri di costo.

Parimenti, qualora alcuni indici siano costanti all'interno dei singoli centri di costo, la loro determinazione non è necessaria.

4.2.1 Indice di dotazione irrigua IDI

L'indice di dotazione irrigua (IDI) rappresenta la disponibilità nominale di acqua per uso irriguo di uno specifico immobile all'interno dell'area omogenea di appartenenza. Le dotazioni irrigue fornite all'utenza sono significative per proporzionare il beneficio dell'irrigazione tra le tipologie in atto all'interno di medesime aree omogenee.

Esse sono state individuate tenendo conto delle dotazioni nominali di concessione integrate, in alcuni casi specifici, con dati di letteratura applicati al contesto territoriale del Consorzio.

Per quanto riguarda le utilizzazioni idriche dipendenti dal canale Virgilio, si è effettuata una suddivisione della massima portata derivabile, pari a 31,30 m³/s, secondo le tipologie di irrigazione praticate nei diversi sottobacini.

Le 3 centrali Colombarola, Paradiso, Foresto prelevano una portata nominale complessiva pari a 3,00 m³/s pari alla portata di concessione complessiva richiesta a suo tempo dall'ex Consorzio Colli Morenici del Garda; per il bacino del Medio Mantovano si rende pertanto disponibile la portata di concessione di 28,30 m³/s, che viene così suddivisa:

- Dispensatori ex Destra Mincio: il territorio servito è pari a 2.450 ha con una dotazione nominale di punta pari a **2,25 l/s/ha**. Il prelievo massimo è pertanto pari a 2,25 x 2.450 = 5,51 m³/s.
- Dispensatori ex Medio Mantovano: il territorio servito è pari a 2990 ha con una dotazione nominale di punta pari a **1,60 l/s/ha**. Il prelievo massimo è pertanto pari a 1,60 x 2.990 = 4,78 m³/s.

La portata residua pari a $28{,}30 - 5{,}39 - 4{,}78 = 18{,}01$ m³/s è destinata all'irrigazione dei territori della media pianura, in parte con irrigazione di soccorso a pioggia mediante sollevamento dalla rete dei canali naturali (in breve nel seguito "sollevamento"), per un totale di 27.880 ha e in parte con irrigazione a scorrimento da canali naturali su una superficie di 1.024 ha.

Il riparto della portata disponibile di 18,01 m³/s può essere ragionevolmente effettuato assumendo dotazioni di **0,60 l/s/ha** per l'aspersione e di **1,50 l/s/ha** per lo scorrimento.

Si ha infatti:

$$27.880\ ha \cdot \frac{0{,}60 \frac{l}{s}}{ha} + 1.024\ ha \cdot \frac{1{,}50 \frac{l}{s}}{ha} = 18{,}26\ m^3/s$$

che è sostanzialmente pari alla portata disponibile sopra evidenziata.

Oltre alle tipologie sopra evidenziate, è opportuno definire anche una particolare categoria di sollevamento, cosiddetto "*ridotto*" da applicarsi a talune situazioni specifiche in cui l'utilizzo dell'acqua da parte delle utenze non è pari a quello nominale. Rientrano in questa categoria, ad esempio, le irrigazioni praticate con acque di colo non governate direttamente dal Consorzio.

Per quanto concerne il bacino dell'impianto pluvirriguo Rodigo - Goito, posto all'interno del territorio del medio mantovano, si assume la dotazione irrigua di progetto pari a 0,64 l/s/ha.

Nel territorio del Destra Chiese, infine, dove sono praticate irrigazioni a scorrimento da canale naturale e ad aspersione, le dotazioni vengono assunte di valore analogo a quelle determinate per il bacino del medio mantovano.

In sintesi, gli indici IDI vengono calcolati per i bacini Medio Mantovano e Destra Chiese e sono così riepilogati:

Medio Mantovano	IDI
sollevamento	0,60
sollevamento ridotto	0,40
scorrimento ex DM	2,25
scorrimento ex MM	1,60
scorrimento da canali naturali	1,50
scorrimento con turbina	1,20
Impianto pluvirriguo Rodigo-Goito	0,64

Destra Chiese	IDI
sollevamento	0,60
scorrimento	1,50
scorrimento con turbina	1,20
sollevamento - precario	0,60
Canneta/Conta	0,80
Picenarda	1,40
Gambolo	0,60

In **fig. 4.2** è riportata la carta dell'indice di dotazione irrigua per i bacini Medio Mantovano e Destra Chiese.

L'indice non viene evidenziato per i centri di costo Alto Mantovano e Colli Morenici in quanto omogeneo nel bacino irriguo.

4.2.2 Indice di adduzione irrigua IAI

L'indice di adduzione irrigua (IAI) dà conto delle modalità con cui il Consorzio convoglia l'acqua dal punto di prelievo dalla fonte di approvvigionamento fino alle utenze nei diversi bacini irrigui attraverso la rete di adduzione principale e la rete di distribuzione.

L'indice è legato alle perdite che il sistema di adduzione e distribuzione determina fino all'utenza finale e al grado di onere gestionale sostenuto dal Consorzio, in particolare alla diminuzione delle perdite corrisponde un indice di adduzione irrigua sempre maggiore.

Si possono evidenziare le seguenti tipologie:

- **reticolo naturale non rivestito:** si tratta dei canali in terra a funzione promiscua che attraversano i bacini Medio Mantovano e Destra Chiese. Per la maggior parte gli alvei di questi corsi d'acqua non sono caratterizzati da dimensioni eccessive, con larghezze superficiali che in pochi casi superano i 10,00 m e tiranti idrici in periodo non piovoso dell'ordine di massimi 50 cm. La scabrezza di questi canali è superiore a quella della rete di adduzione e distribuzione in calcestruzzo, questo fatto, unito alla non impermeabilità dell'alveo causano maggiori perdite di risorsa idrica;
- **reticolo naturale pensile sul piano campagna:** questi canali sono caratterizzati da alvei in terra come per la categoria precedente ma la loro specifica funzione irrigua li rende di fatto canali di adduzione irrigua assimilabili ai dispensatori. Poiché non devono svolgere funzioni di bonifica e pertanto non veicolano costantemente le acque, le perdite sono inferiori a quelle per il reticolo naturale a funzione promiscua;
- **reticolo di dispensatori rivestiti in calcestruzzo:** in questa categoria ricadono le opere irrigue realizzate dal Consorzio per consegnare la risorsa irrigua alle utenze nelle aree dell'alta pianura ghiaiosa che si trova ai piedi delle colline moreniche. Vista la natura impermeabile dell'alveo e la bassa scabrezza del calcestruzzo, le perdite sono ulteriormente ridotte rispetto alle categorie precedenti e sono dovute principalmente all'evapotraspirazione, a elementi puntuali (bocchette di derivazione) e a rotture o ammaloramenti del rivestimento;
- **reti tubate:** consentono di consegnare la risorsa irrigua alle utenze degli impianti di pluvirrigazione; costituiscono il reticolo con maggior efficienza, in quanto la scabrezza è molto ridotta e le perdite sono dovute quasi esclusivamente ad eventuali rotture.

Si definiscono in conclusione i seguenti valori di IAI (**fig. 4.3**):

tipologia di adduzione	IAI
reticolo naturale non rivestito	0,50
reticolo naturale pensile sul piano campagna	0,85
reticolo di dispensatori rivestiti in calcestruzzo	0,90
reti tubate sotterranee in pressione	1,20

L'indice non viene evidenziato per i centri di costo Alto Mantovano e Colli Morenici in quanto omogeneo nel bacino irriguo.

4.2.3 Indice di elasticità dell'irrigazione IEI

L'indice di elasticità dell'irrigazione (IEI) esprime la flessibilità con cui l'utente può esercitare l'irrigazione sui propri fondi. L'indice tiene pertanto conto del fatto che in alcune zone viene effettuata un'irrigazione turnata con rigidi orari prestabiliti mentre in altre l'utente ha facoltà di prelevare acqua senza particolari vincoli se non un ordinario coordinamento tra le varie utenze condotto dal personale acquaiolo.

In varie aree del comprensorio sono inoltre presenti utenze cosiddette "*precarie*", che utilizzano strutture irrigue consortili e beneficiano di apporti da fontanili e colature ma non possono contare su portate immesse direttamente dal Consorzio tramite i canali principali di adduzione. Esse sono generalmente ubicate nella fascia a nord dei canali Principale e Secondario di Casalmoro, in alcune zone del Destra Chiese o in aree perimetrali del Comprensorio. Per queste utenze viene stabilita una riduzione pari al 10% in considerazione dell'impossibilità di garantire loro il pieno e tempestivo soddisfacimento delle richieste.

Si definiscono in conclusione i seguenti valori di IEI (**fig. 4.4**):

tipologia di irrigazione	**IEI**
irrigazione di soccorso ad aspersione senza turnazione	1,00
irrigazione con turnazione fissa	0,75
irrigazione di tipo precario	0,90

L'indice non viene evidenziato per i centri di costo Alto Mantovano e Colli Morenici in quanto omogeneo nel bacino irriguo.

4.2.4 Indice di dotazione energetica IDE

L'indice di dotazione energetica dà conto del fatto che in alcune aree del comprensorio è necessario provvedere al sollevamento meccanico di acque (da pozzo o da corso d'acqua) per garantire/integrare la risorsa irrigua.

L'indice IDE non viene esplicitato per la zona Colli Morenici ove, per la peculiarità del sistema irriguo (pluvirrigazione) tutta l'acqua distribuita è sollevata mediante elettropompe, né per la zona Alto Mantovano, atteso che trattasi di un unico centro di costo omogeneo, ma trova applicazione nei bacini Medio Mantovano e Destra Chiese al fine di imputare con maggiore precisione i costi energetici ai singoli sottobacini irrigui.

L'indice è calcolato con l'equazione:

$$IDE = \left(\frac{Pa_i}{Pa_{MM}}\right)^a$$

in cui:

Pa_i: potenza impegnata per unità di superficie della zona i-esima, calcolata come:

$$Pa_i = \frac{P_i\ (kW)}{A\ (ha)}$$

In cui:

P_i: potenza impegnata nella zona i-esima;

A: superficie della zona i-esima;

Pa_{MM}: potenza impiegata per unità di superficie della zona "Sollevamento Medio Mantovano", considerata la zona su cui riparametrare tutti i valori di IDE in quanto è la più estesa;

a: fattore di armonizzazione legato alle peculiarità territoriali assunto pari a 0,25

I valori di IDE (**fig. 4.5**) sono i seguenti:

Medio Mantovano	**IDE**
Sollevamento Medio Mantovano	1,00
Pluvirriguo Rodigo-Goito	2,61

Destra Chiese	**IDE**
Asolana/Cacciabella	1,21
Canneta/Conta	2,08
Picenarda	1,28
Gambolo	1,92

4.3 Indice tecnico finale per il riparto degli oneri di irrigazione

4.3.1 Bacino Alto Mantovano

In quest'area omogenea esiste un'unica categoria irrigua; la rete di adduzione e distribuzione è costituita da canali dispensatori rivestiti in calcestruzzo, mentre l'irrigazione è praticata in modo uniforme a scorrimento turnato secondo orari fissi, calcolati assegnando le medesime dotazioni a tutti gli utenti.

Non si rende quindi necessaria l'applicazione degli indici tecnici per ripartire i costi fissi tra i diversi utenti e non esistono inoltre costi di esercizio differenziabili tra i diversi terreni serviti: la ripartizione della complessiva spesa viene operata proporzionalmente alla superficie irrigabile.

4.3.2 Bacini Medio Mantovano e Destra Chiese

I due bacini vengono accorpati per la determinazione degli indici per analogia territoriale. Essi costituiscono di fatto il disciolto Consorzio "Medio Mantovano", l'area più vasta del comprensorio al cui interno sono presenti numerose metodologie di irrigazione, nonché diversi tipi di canali di adduzione e distribuzione.

I costi di esercizio dell'irrigazione in quest'area consistono nell'operato del personale del Consorzio che regola i diversi manufatti sulla rete di adduzione e distribuzione e provvede alla manutenzione della rete stessa per garantirne la funzionalità irrigua. Come anticipato poc'anzi, in questo bacino il reticolo idrico è generalmente a servizio di terreni irrigati in molteplici modi (sollevamento, scorrimento, ecc.) e risulta molto difficile individuare un criterio di ripartizione dei costi di esercizio. Si ritiene pertanto che tali costi possano essere distribuiti in modo omogeneo su tutto il territorio servito.

L'unico costo di esercizio significativo che si ha nell'area è individuabile nella spesa per l'energia elettrica sostenuta per il sollevamento meccanico della risorsa irrigua a beneficio degli utenti

dell'impianto pluvirriguo Rodigo-Goito; tale spesa viene pertanto posta a carico dei soli terreni serviti dall'impianto.

La ripartizione delle spese fisse complessivamente imputate al centro di costo Medio Mantovano viene operata proporzionalmente alla superficie servita ponderata con il prodotto dei tre indici tecnici IDI, IAI, IEI.

Una particolare fattispecie è rappresentata dalle utenze del bacino "Pluvirriguo Rodigo-Goito", ove è prevista la possibilità di ottenere l'**esonero temporaneo dall'irrigazione**. La scelta dell'imprenditore agricolo di non irrigare il proprio terreno rappresenta una scelta di tipo imprenditoriale e non incide sulla sussistenza del beneficio di disponibilità idrica per l'irrigazione che è in ogni caso posseduto dall'immobile e, dunque, ad esso va attribuita senz'altro la parte di spese fisse sostenute dal Consorzio nonché una ulteriore quota di consumi determinata dal mantenimento degli impianti.

Per le utenze morose dell'impianto pluvirriguo (non in regola con il pagamento dei tributi consortili) sospese dall'irrigazione si applicherà la medesima aliquota irrigua applicata alle ditte esonerate.

Per il sottobacino denominato Destra Mincio è definito un coefficiente riduttivo per le utenze con orario ridotto, sulla base della diminuzione della portata nominale utilizzata per il calcolo dell'orario irriguo.

Permangono in misura estremamente ridotta alcuni usi venatori invernali, il cui tributo è stabilito dal Consiglio di Amministrazione tenendo conto che tali esercizi richiedono al Consorzio la regolazione di corsi d'acqua al di fuori del periodo irriguo e un aggravio in termini di sorveglianza a favore di utenze molto limitate e dislocate in modo oasistico sul territorio.

I valori degli indici tecnici ed il relativo indice tecnico finale (**fig. 4.6**) sono così riepilogati:

categoria irrigua Medio Mantovano	**IDI**	**IAI**	**IEI**	**IDE**	**INDICE FINALE**	**INDICE RIMODULATO**
Sollevamento	0,60	0,50	1,00		0,300	**1,000**
Sollevamento ridotto	0,40	0,50	0,90		0,180	**0,600**
Sollevamento precario	0,60	0,50	0,90		0,270	**0,900**
Dispensatori Destra Mincio	2,25	0,90	0,75		1,519	**5,063**
Dispensatori Destra Mincio ridotto						**3,291**
Dispensatori Medio Mantovano	1,60	0,90	0,75		1,080	**3,600**
Scorrimento da canali naturali	1,50	0,85	0,75		0,956	**3,188**
Scorrimento con turbina	1,20	0,50	1,00		0,600	**2,000**
Pluvirriguo Rodigo-Goito	0,64	1,20	0,75	2,61	1,506	**5,021**
categoria irrigua Destra Chiese	**IDI**	**IAI**	**IEI**	**IDE**	**INDICE FINALE**	**INDICE RIMODULATO**
Sollevamento	0,60	0,50	1,00	1,21	0,362	**1,207**
Scorrimento	1,50	0,85	0,75	1,21	1,154	**3,846**
Scorrimento con turbina	1,20	0,50	0,90	1,21	0,652	**2,172**
Vaso Canneta	0,80	0,50	0,75	2,08	0,623	**2,077**
Vaso Conta	0,80	0,50	0,90	2,08	0,748	**2,493**
Sollevamento precario	0,60	0,50	0,90	1,21	0,324	**1,079**
Vaso Picenarda	1,40	0,85	0,75	1,28	1,142	**3,808**
Gambolo	0,60	0,50	1,00	1,92	0,576	**1,922**

4.3.3 Bacino Colli Morenici

In quest'area è presente un'unica categoria irrigua, ovvero l'irrigazione mediante gli impianti pluvirrigui consortili.

Limitate porzioni irrigate a scorrimento (Foresto, Gatti) non vengono differenziate in quanto afferenti ai medesimi impianti di sollevamento irrigui. Peraltro per uno dei bacini interessati (Gatti) è avviato l'iter per la conversione irrigua da scorrimento a pioggia.

A differenza della restante parte di comprensorio, per il bacino Colli Morenici assumono un peso estremamente rilevante i costi di esercizio per l'energia elettrica necessaria al funzionamento degli impianti di sollevamento, differenziati nei vari sottobacini in funzione delle diverse prevalenze richieste ai gruppi di pompaggio.

Una ripartizione dei costi energetici andrebbe in linea generale operata sulla base del consumo volumetrico stagionale di ogni singolo utente: ciò presupporrebbe il monitoraggio di tutti i punti di attingimento dalla rete consortile (bocchette cui attinge l'utente), che ammontano a circa 11.000.

L'operazione è di impatto economico e gestionale molto importante, sia in termini di investimento per la realizzazione del sistema di rilevamento che per la gestione e manutenzione del sistema stesso. Il tutto a fronte di un incerto risultato in termini di riduzione dei consumi idrici: è infatti noto, come ben evidenziato anche dal Piano Comprensoriale di bonifica, irrigazione e tutela del territorio rurale redatto dal Consorzio, che l'irrigazione del territorio collinare avviene con un permanente deficit idrico e le possibilità per l'utenza di ridurre i prelievi idrici, e pertanto i corrispondenti consumi energetici, appaiono limitate.

È stato allo scopo condotto lo studio ad hoc a cura di Digital Drop, *spinoff* dell'Università di Milano "*Analisi dei fabbisogni irrigui delle colture nei Colli Morenici del Garda*", in cui si è valutata la stima dei fabbisogni irrigui e l'analisi dei benefici derivanti da un'ipotetica irrigazione a domanda in luogo dell'attuale turnazione irrigua.

I fabbisogni irrigui delle colture sono stati stimati applicando il codice IdrAgra che è stato sviluppato dal Dipartimento di Scienza Agrarie e Ambientali dell'Università degli Studi di Milano ed è riconosciuto da CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria) per la quantificazione dei volumi derivati ed utilizzati a scopo irriguo.

Il codice di calcolo è strutturato in 4 moduli distinti che permettono di stimare la resa colturale a partire dai dati agro-meteorologici, dai parametri che definiscono le specificità delle colture nelle loro diverse fasi fenologiche, dalle pratiche irrigue, dalla tipologia dei suoli e dalla disponibilità idrica alla fonte.

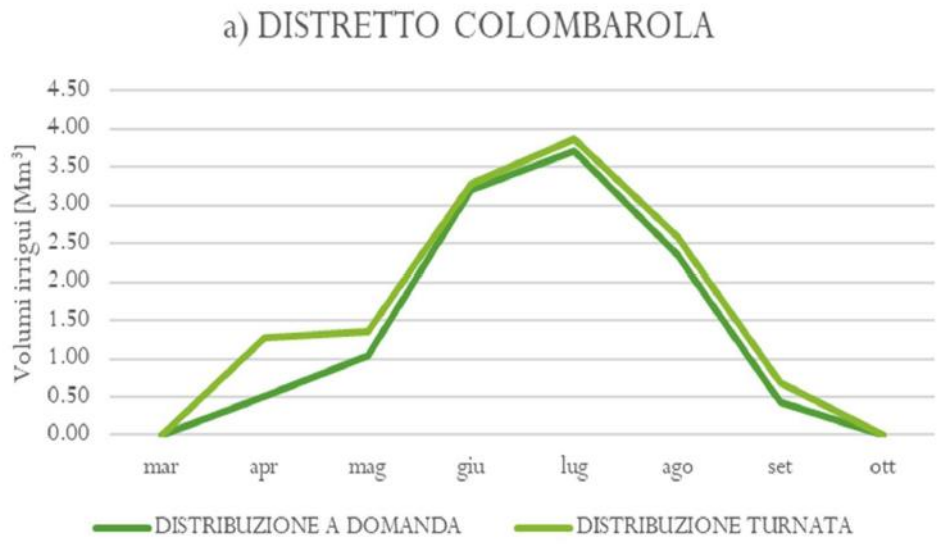
La stima dei fabbisogni irrigui conferma che le portate disponibili non consentono il pieno soddisfacimento dei fabbisogni colturali, causando situazioni di deficit idrico. Tale situazione conferma quanto già riportato nel bilancio idrico analizzato in occasione della stesura del Piano comprensoriale di bonifica, irrigazione e tutela del territorio rurale.

L'analisi del passaggio da una irrigazione "turnata", come l'attuale, ad una "a domanda" permette invece di affermare che non si determinerebbe un significativo impatto in termini di riduzione dei consumi in quanto:

- il fabbisogno colturale è superiore alla disponibilità idrica alla fonte,

- la struttura della rete di distribuzione e le potenzialità degli impianti di sollevamento sono calibrate per soddisfare determinati parametri di funzionamento (in primis portata e prevalenza), che nel caso di irrigazione a domanda subirebbero variazioni significative.

Rimandando per un'analisi più dettagliata dei risultati ottenuti all'elaborato allegato al presente Piano, si riporta a titolo di esempio il risultato ottenuto per il bacino irriguo Colombarola, che evidenzia in modo chiaro la sostanziale coincidenza tra la situazione attuale (con irrigazione turnata) e una possibile distribuzione alla domanda.



Estratto da "Analisi dei fabbisogni irrigui delle colture nei Colli Morenici del Garda" – luglio 2024

Per quanto sopra, pur non ritenendo di escludere, in futuro, la realizzazione di un capillare sistema di monitoraggio dei consumi di tutti i punti di prelievo, allo stato attuale si ritiene di assecondare, seppure parzialmente, le direttive regionali che richiedono una quota di tariffazione "a consumo", operando una ripartizione parziale delle spese di esercizio tenendo conto del fabbisogno irriguo delle diverse colture praticate mediante l'indice di fabbisogno irriguo (IFI).

Esso rappresenta l'apporto idrico integrativo alle precipitazioni che deve essere fornito ad una coltura nell'arco della stagione colturale per garantirne lo sviluppo in assenza di stress dovuti alla carenza di disponibilità idrica, e può essere stimato tramite opportuni metodi a partire dalla conoscenza degli andamenti meteorologici, delle suddette caratteristiche locali e dell'efficienza degli impianti e della gestione irrigua aziendale.

Negli ultimi anni, con la collaborazione di alcuni utenti, il Consorzio ha condotto diverse misure a campione dei volumi consumati da varie tipologie di colture dislocate nel territorio collinare. Parimenti, il citato studio "*Analisi dei fabbisogni irrigui delle colture nei Colli Morenici del Garda*", conferma i volumi irrigui distribuiti dal Consorzio e monitorati con contatori dedicati. Lo studio stima inoltre un leggero deficit idrico anche per la coltura della vite coerente con le caratteristiche delle produzioni vinicole in zona, che sono molto orientate al miglior risultato qualitativo conseguibile anche attraverso fasi di stress idrico controllato.

L'analisi dei volumi irrigui distribuiti alle colture maggiormente diffuse nel distretto collinare è sintetizzata nella tabella sottostante.

FABBISOGNI IRRIGUI ANNUI 2012-2022			
	MINIMO	MASSIMO	MEDIA
	m^3/ha	m^3/ha	m^3/ha
ACTINIDIA	5595	6973	6203
MAIS	3671	5320	4247
FORAGGERE	3710	6146	4874
VITE	1254	1544	1445
MELO	1736	2781	2241
ALTRE FRUTTIFERE	2607	3595	3361

Estratto da "Analisi dei fabbisogni irrigui delle colture nei Colli Morenici del Garda" – luglio 2024

Distretto	Settore	Coltura	2017	2018	2019	2020	2021	2022	MEDIA
Foresto	C 158**	Kiwi	4328	3461	5631	4440	6159	5562	4930
	C 163	Soia/mais	3747	-	-	2098	4155	3825	3456
	C 140	Mele	1367	1927	2461	1985	2509	3229	2246
	B 91	Vite	1518	709	912	358	719	1393	935
	B 53	Granoturco	5603	5477	4518	4275	4987	3958	4803
Colombarola	79	Vite	1726	1110	1313	443	1145	2251	1331
	81	Vite	2087	1345	2063	362	1326	2958	1690
	189	Kiwi	7291	5343	4554	7729	6288	4767	5995
	216	Granoturco	4449	2496	4012	2883	2797	3646	3381
	80	Prato	3861	3769	3220	5444	4791	5259	4391
	201	Granoturco	3871	3607	2756	3075	3628	5950	3814
Paradiso	Settore 1	Kiwi	2665	2131	7501	8946	10050	9733	6838
	Settore 1	Prato	3849	4017	4352	5081	4953	4837	4515

Report delle misurazioni in campo dei volumi erogati (m^3/ha) effettuate dal Consorzio

L'esame dei dati mostra un andamento non sempre omogeneo dei consumi idrici delle varie colture, ad eccezione della **vite**, che risulta in modo evidente la coltura meno idroesigente, sostanzialmente in tutte le aree del comprensorio.

La vite costituisce peraltro una peculiarità del territorio collinare e negli ultimi anni si è assistito ad uno suo importante sviluppo, soprattutto nel bacino di Pozzolengo grazie all'istituzione della Denominazione di Origine Controllata "Lugana", nonché alla revisione dei terreni ricompresi all'interno dell'area del Consorzio Lugana DOC.

In definitiva, si propone di adottare un coefficiente IFI di riparto delle spese energetiche per i terreni coltivati a vite che viene assunto in sede di prima applicazione pari a 0,70. Tale coefficiente potrà essere rivalutato in futuro, a seguito di approfondimenti nella rilevazione dei consumi volumetrici stagionali.

Analogamente, si potrà valutare in futuro di adottare analogo criterio anche per altri tipi di colture, applicando i relativi coefficienti correttivi nel riparto delle spese di esercizio energetiche.

Una ulteriore futura implementazione per il bacino collinare potrà essere l'adozione di un indice che tenga conto della pressione di consegna ai singoli settori irrigui. L'applicazione di questo indice presuppone una dettagliata modellazione idraulica di tutta la rete al fine di suddividere il territorio servito in aree omogenee e determina una moltiplicazione delle aliquote irrigue applicate. Al momento l'indice non viene determinato e l'eventuale futura implementazione sarà oggetto di specifica determinazione consortile.

Un ultimo aspetto da considerare è che nell'area dei colli morenici è prevista la possibilità per gli utenti di ottenere l'**esonero temporaneo dall'irrigazione**. La scelta dell'imprenditore agricolo di non irrigare il proprio terreno rappresenta una decisione di tipo imprenditoriale e non incide sulla sussistenza del beneficio di disponibilità idrica per l'irrigazione che è in ogni caso posseduto dall'immobile e, dunque, ad esso va attribuita senz'altro la quota fissa del contributo di irrigazione. Si stabilisce dunque per i terreni a riposo la sostanziale esenzione dal pagamento della quota variabile del contributo di irrigazione, nel caso in esame quella relativa ai consumi energetici da sostenere per l'esercizio irriguo, ad eccezione della quota di consumi determinata dal mantenimento degli impianti e definita in sede di bilancio di previsione.

Per le utenze morose (non in regola con il pagamento dei tributi consortili) sospese dall'irrigazione si applicherà la medesima aliquota irrigua applicata alle ditte esonerate.

4.4 Riparto degli oneri di irrigazione

Gli oneri di irrigazione sono in generale composti da una quota fissa e da una quota variabile.

La prima è espressione dei costi che il Consorzio sostiene per la manutenzione ordinaria e straordinaria della rete irrigua e degli impianti ad essa collegati in ciascuna unità territoriale. Essa rappresenta l'onere da sostenere per garantire a tutto il territorio irrigabile la fornitura di acqua e prescinde dal reale utilizzo. Misura quindi il beneficio potenziale arrecato ai terreni serviti, che vengono raggiunti dalla rete irrigua e che possono essere irrigati.

La quota fissa, proprio per la sua indipendenza dalla effettiva pratica irrigua svolta da ciascuna azienda, è imputata a tutta la superficie irrigabile dell'area omogenea. Il riparto della quota fissa viene effettuato sulla base della superficie virtuale totale di ogni **categoria irrigua** all'interno di ciascun centro di costo, calcolata moltiplicando la sua area catastale totale per il corrispettivo indice tecnico finale, determinato dalla combinazione degli indici tecnici elementari. L'area virtuale della categoria i-esima sarà pertanto pari a:

$$A_{V\,i} = A_i \cdot I_{Fi}$$

in cui:

A_i = superficie catastale totale

I_{Fi} = indice finale di beneficio dell'irrigazione = IDI x IAI x IEI

Detto C_I l'importo complessivo degli oneri fissi di irrigazione da attribuire ad un assegnato centro di costo, la quota C_{Ii} da ripartire all'interno di ogni categoria irrigua sarà quindi calcolata rapportando la superficie virtuale di ogni singola categoria alla superficie virtuale totale:

$$C_{I\,i} = \frac{A_{Vi}}{\sum_{i=1}^{n} A_{Vi}} \cdot C_I$$

in cui:

n = numero di categorie irrigue

A_{Vi} = superficie virtuale della categoria i-esima.

La quota variabile è invece espressione di parte o tutti i costi di esercizio sostenuti dal Consorzio per il servizio irriguo all'interno di ciascuna area omogenea. Per la realtà comprensoriale sono da ribadire le considerazioni già formulate in merito ai singoli bacini irrigui, in particolare all'incidenza dei consumi energetici per determinate aree la cui irrigazione dipende dalla presenza di impianti di sollevamento dedicati.

Con riferimento al bacino Colli Morenici, dove i costi energetici per garantire l'apporto idrico alle colture rappresentano un'aliquota rilevante della tariffa irrigua complessiva, sono definiti i 4 sottobacini omogenei (**fig. 4.7**):

- Foresto / Paradiso (con derivazione dal Canale Virgilio mediante le centrali Foresto e Paradiso in Volta Mantovana);
- Pozzi Castiglione – Solferino (bacino autonomo alimentato da batterie di pozzi);
- Colombarola (con derivazione dal Canale Virgilio mediante la centrale Colombarola in Ponti sul Mincio)
- Pozzolengo (bacino autonomo alimentato da batterie di pozzi).

L'assunzione rispetta quanto indicato nell'art. 4.1 delle linee guida regionali adottate con Deliberazione X/3420 del 17/04/2015 in cui si stabilisce che "*I Consorzi suddividono il territorio comprensoriale in aree omogenee per l'irrigazione, definite come territori serviti da una rete irrigua autonoma alimentata da una o più fonti comuni*".

Alla voce di costo dei consumi elettrici si applicherà il coefficiente di rimodulazione IFI legato al fabbisogno irriguo della coltura della vite, generando così una specifica aliquota contributiva.

Il numero complessivo delle aliquote relative al bacino Colli Morenici sarà pertanto di 9:

- 4 aliquote per l'irrigazione ordinaria,
- 4 aliquote per l'irrigazione della vite,
- 1 aliquota comune relativa ai terreni esonerati.

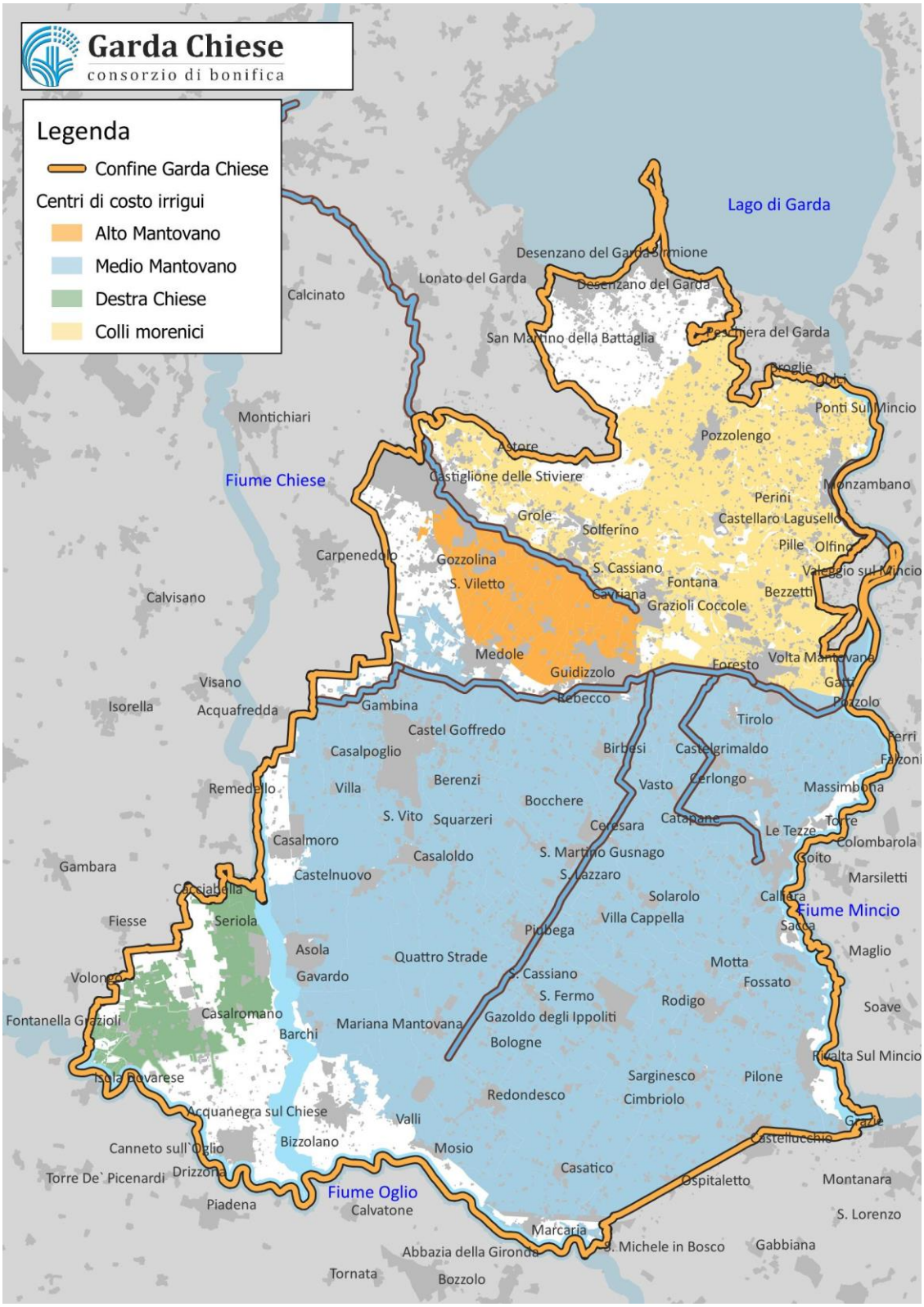


Fig. 4.1 –Centri di costo dell'irrigazione

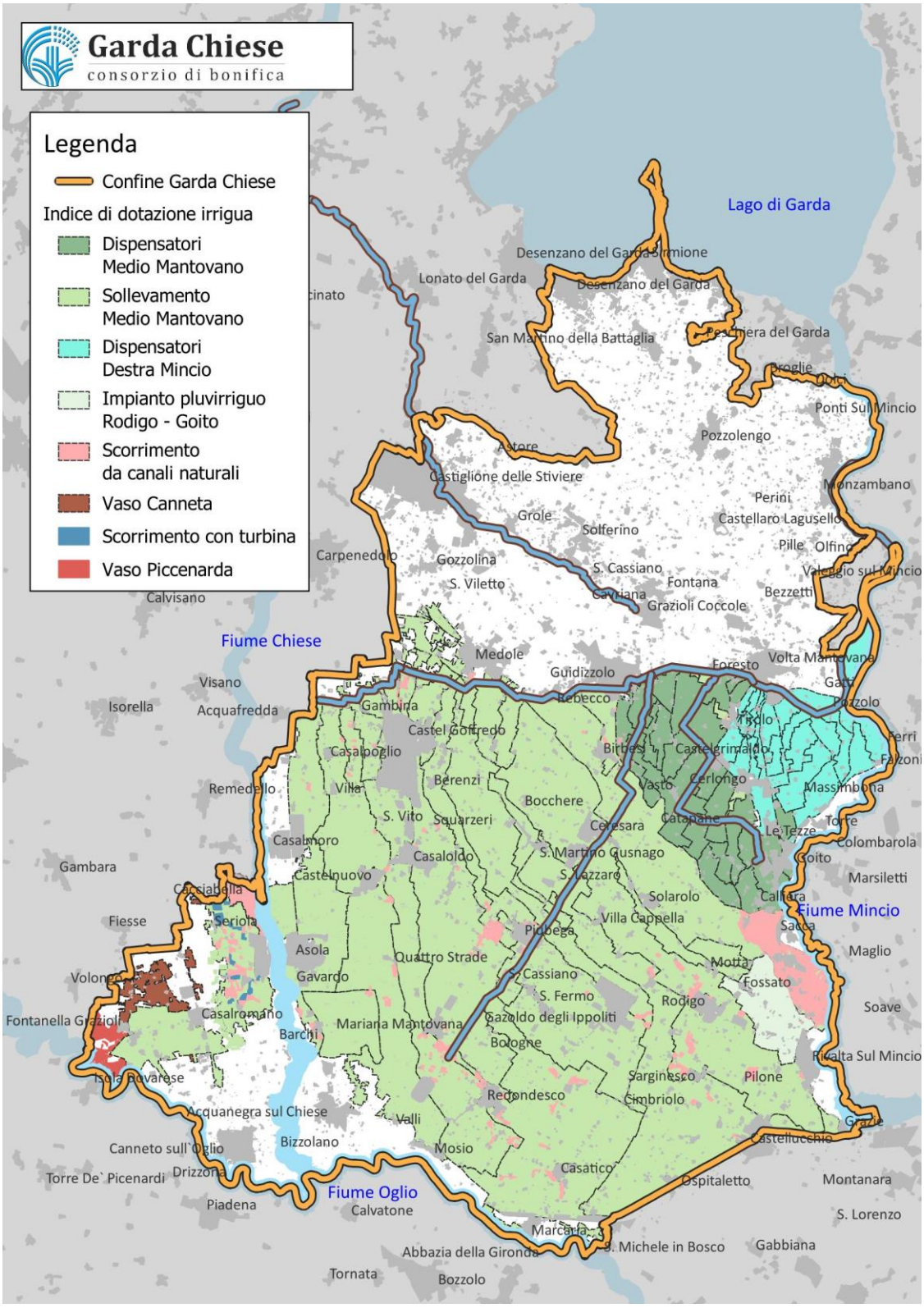


Fig. 4.2 – Indice di Dotazione Irrigua IDI

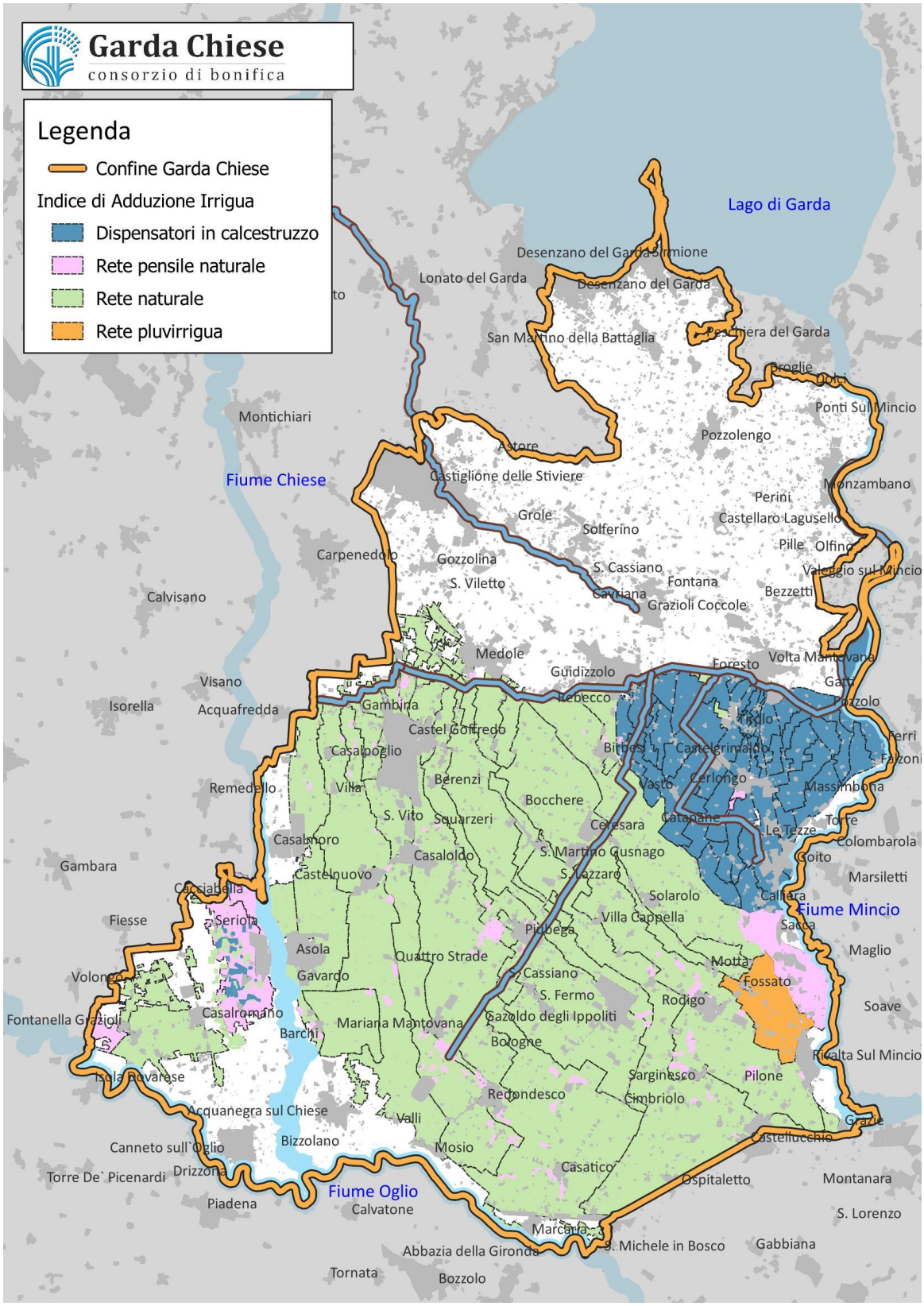


Fig. 4.3 – Indice di Adduzione Irrigua IAI

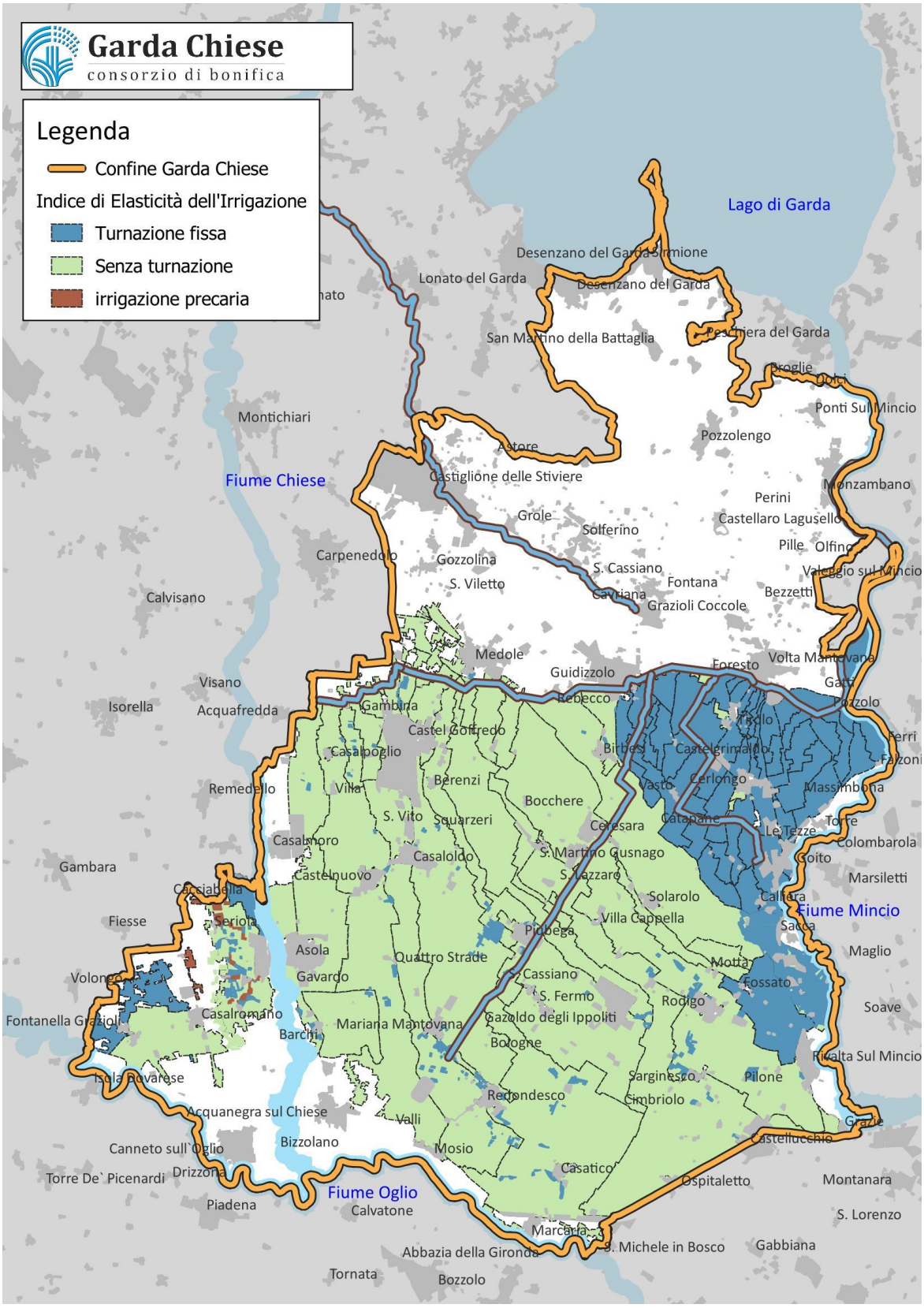


Fig. 4.4 – Indice di Elasticità dell'Irrigazione IEI

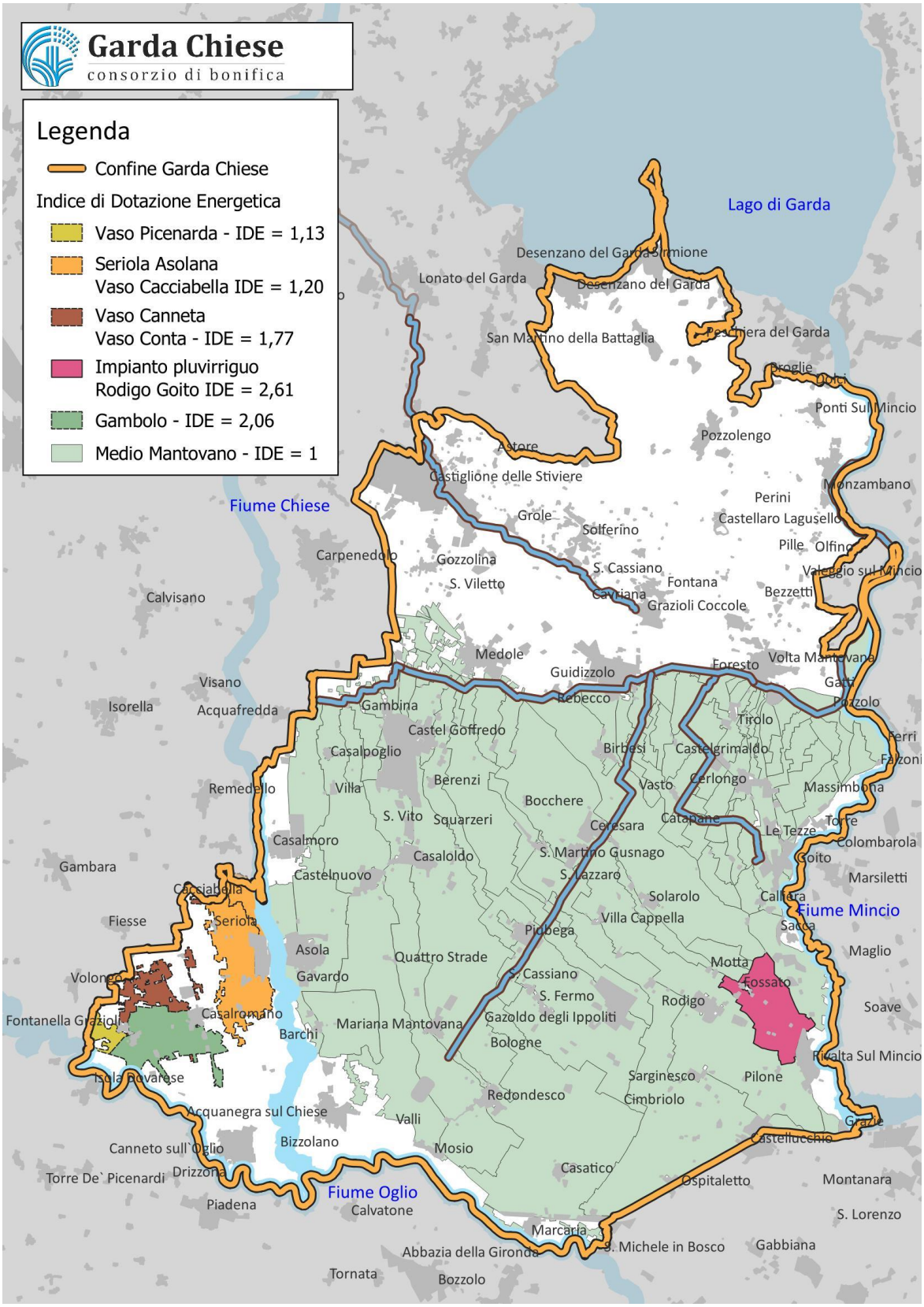


Fig. 4.5 – Indice di Dotazione Energetica IDE

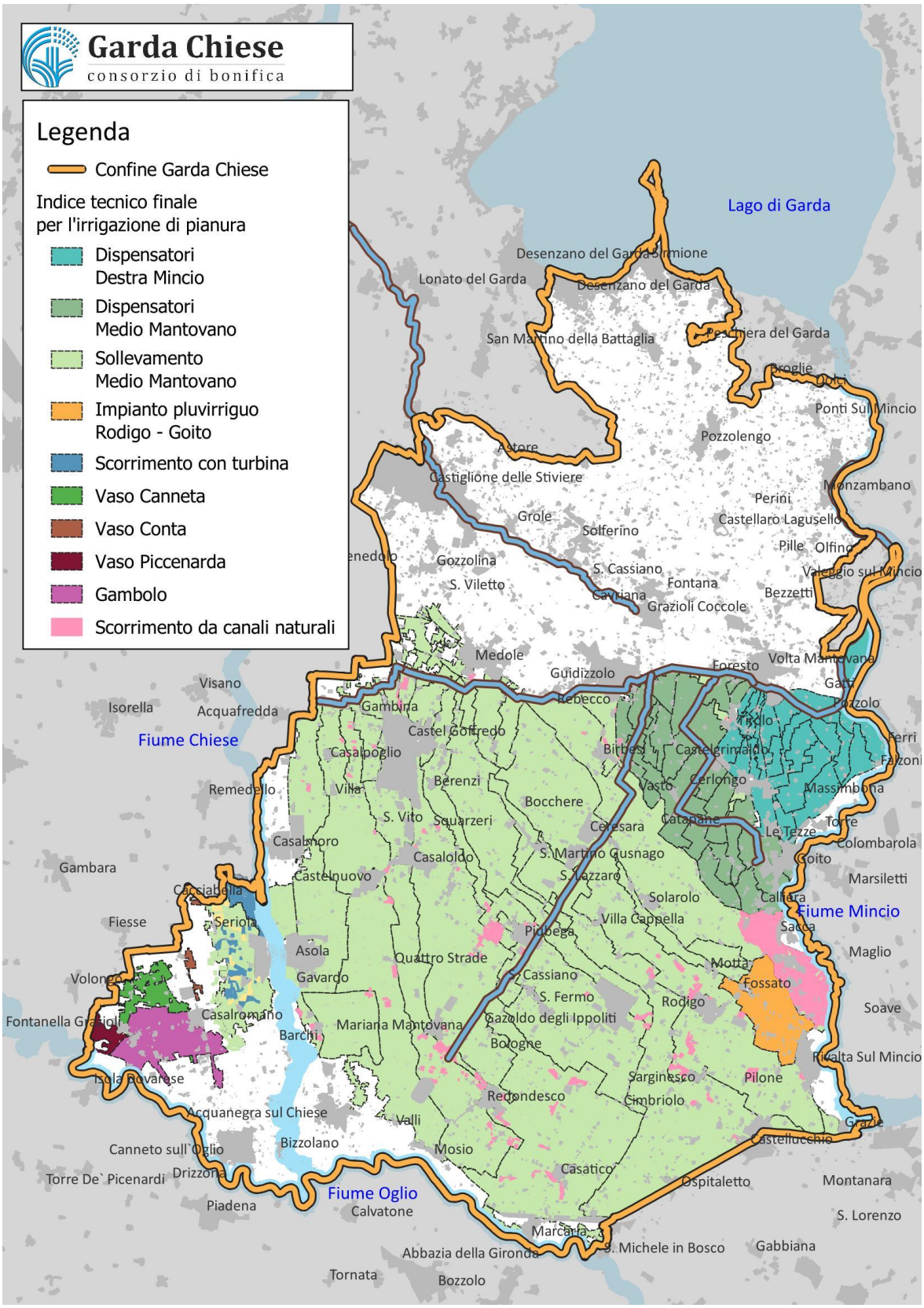


Fig. 4.6 – Indice tecnico finale bacini Medio Mantovano e Destra Chiese

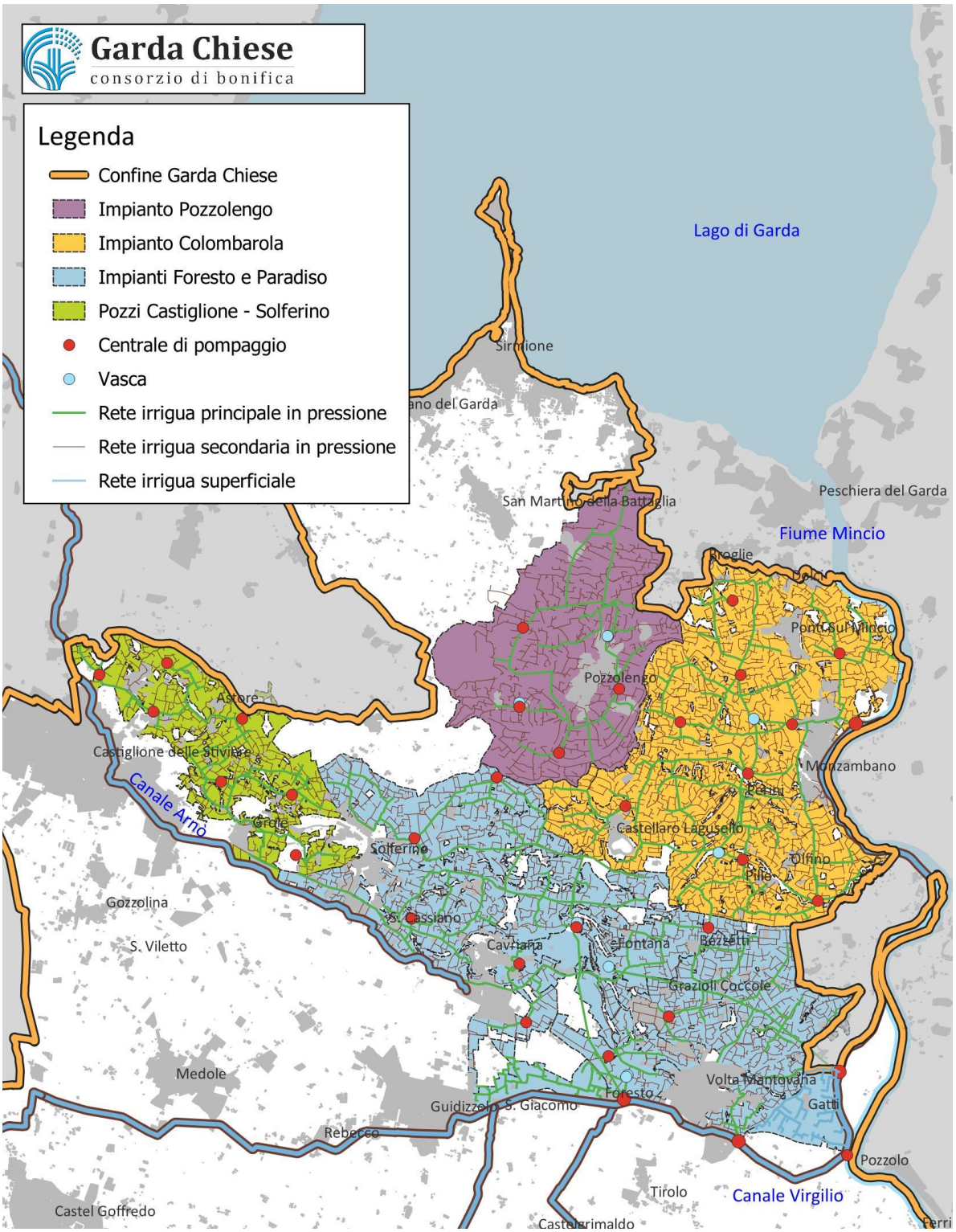


Fig. 4.7 – Sottobacini irrigui della zona dei Colli Morenici

5. Riparto dei costi indiretti, dei costi diretti congiunti e delle entrate extra-contribuenza

5.1 Generalità

I costi indiretti comprendono i costi non riferibili in modo diretto alle attività di esercizio e di manutenzione. Ne fanno parte tipicamente tutti i costi di struttura (amministrazione, catasto, spese generali, elezioni, ecc.).

I costi diretti congiunti sono le spese comuni a più funzioni consortili e non attribuibili in via esclusiva a una sola di esse, come, ad esempio, i costi di manutenzione di un canale promiscuo.

Le entrate consortili extra-contribuenza sono determinate in linea generale dal rimborso dei costi sostenuti per specifiche attività o servizi svolti dal Consorzio a favore di terzi (es. progettazione di opere pubbliche), dai canoni di polizia idraulica, dalle rendite patrimoniali, dalla produzione di energia da fonti rinnovabili.

La classificazione dei costi e delle entrate è riportata in **tab. 1.1** e **tab. 1.2**.

Per il riparto di queste voci le linee guida formulano a riguardo le seguenti considerazioni:

- i criteri devono rispondere a requisiti di oggettività e razionalità, adeguatamente motivati, che possono riguardare (a titolo di esempio), le portate scaricate o i volumi veicolati, il numero delle ditte o il numero dei mappali complessivamente iscritti a ruolo;
- in assenza di criteri più equitativi, è applicabile il criterio generale di ripartizione in essere per i costi diretti delle funzioni consortili di esercizio e manutenzione.

Per la specificità del Consorzio di bonifica Garda Chiese si adotta una serie di parametri tecnico-economici che consentono, da un lato l'attribuzione della quota di spesa / entrata all'attività di bonifica, dall'altro il riparto tra i diversi centri di costo irrigui.

Le percentuali di riparto stabilite in fase di prima applicazione del presente Piano potranno essere riviste ed adeguate in base a migliori determinazioni analitiche oppure alle scelte di strategia infrastrutturale eventualmente assunte, tramite provvedimento del Consiglio di Amministrazione durante la fase di approvazione annuale del Bilancio di Previsione.

5.2 Indici di riparto

Sono definiti i seguenti parametri, che vengono ponderati tra loro al fine di definire il corretto riparto degli oneri non direttamente imputabili a specifici centri di costo. I parametri potranno essere rivisti e adeguati nel futuro, per esempio a seguito dell'inclusione di nuove aree nel perimetro di contribuenza di bonifica, dell'ampliamento dei terreni serviti per l'irrigazione, della presa in carico di nuovi corsi d'acqua, di sostanziali variazioni nel personale afferente ai vari centri di costo, di modifiche delle modalità irrigue, ecc..

IES - indice di estensione superficiale

L'indice è rappresentativo dell'estensione superficiale di ciascun centro di costo.

Assunto pari ad 1 il peso dell'unico centro di costo relativo l'attività di bonifica, l'aliquota relativa all'esercizio irriguo è ricavata secondo la relazione

$$IES_i = \frac{A_i}{A_{max}}$$

dove:

A_i: Area centro di costo i-esimo;

A_{max}: Area centro di costo di massima estensione (centro di costo relativo all'attività di bonifica).

Si ottengono i seguenti valori:

CENTRO DI COSTO		IES
AM	Alto Mantovano	0,049
MM	Medio Mantovano	0,601
DC	Destra Chiese	0,042
CM	Colli Morenici	0,175
BONIFICA		1,000

IIO - indice di intensità delle opere

L'indice ha l'obbiettivo di valutare la tipologia e l'estensione superficiale delle reti irrigue e di bonifica. Con lo scopo di differenziare la tipologia di canali nonché l'entità degli interventi da eseguire per le manutenzioni delle reti, per ciascuna tipologia di canale è stato definito un indice compreso tra 0,2 e 1,5 che, moltiplicato per l'effettivo sviluppo delle reti, ne restituisce lo sviluppo virtuale utilizzato per la determinazione di IIO.

L'indice attribuito a ciascun centro di costo è stato dunque ottenuto applicando la seguente relazione

$$IIO_i = \frac{\sum L_{ij} * p_j}{\max \sum (L_{ij} * p_j)}$$

Dove:

L_{ij}: Lunghezza della tipologia di canale j-esimo all'interno del centro di costo i-esimo;

p_j: indice corrispondente alla tipologia di canale j-esimo.

Si ottengono i seguenti valori:

CENTRO DI COSTO		IIO
AM	Alto Mantovano	0,095
MM	Medio Mantovano	0,361
DC	Destra Chiese	0,024
CM	Colli Morenici	1,000
BONIFICA		0,652

IDP- indice di dotazione di personale

Il personale di campagna impiegato nella gestione dell'attività irrigua e di bonifica è stato valorizzato in relazione alle figure impiegate nelle diverse zone operative. Per ciascuna area è stato stimato l'impiego relativo l'attività irrigua e, di conseguenza, quello afferente all'attività di bonifica.

L'indice è determinato secondo la relazione:

$$IDP_i = \frac{P_i * \%\ attività\ irrigua_i}{\max(P_i * \%\ attività\ irrigua_i)}$$

Dove:

P_i: personale impiegato nel centro di costo i-esimo

$\%\ attività\ irrigua_i$: percentuale attività irrigua praticata dal personale impiegato nel centro di costo i-esimo.

Si ottengono i seguenti valori:

CENTRO DI COSTO		IDP
AM	Alto Mantovano	0,250
MM	Medio Mantovano	0,794
DC	Destra Chiese	0,110
CM	Colli Morenici	0,357
BONIFICA		1,000

ICF - indice codici fiscali

Quest'ultimo indice valorizza i codici fiscali associati ad avvisi di pagamento presenti all'interno di ciascun centro di costo. La sua determinazione avviene in modo analogo ai precedenti indici secondo la relazione

$$ICF_i = \frac{CF_i}{\max(CF_i)}$$

Dove:

CF_i: codici fiscali associati ad avvisi di pagamento nel centro di costo i-esimo.

Si ottengono i seguenti valori:

CENTRO DI COSTO		ICF
AM	Alto Mantovano	0,021
MM	Medio Mantovano	0,212
DC	Destra Chiese	0,014
CM	Colli Morenici	0,107
BONIFICA		1,000

5.3 Riparto dei costi e delle entrate extra-contribuenza

Dalla combinazione pesata degli indici IES, IIO, IDP e ICF si ottengono i coefficienti di riparto dei costi indiretti e diretti congiunti tra i vari centri di costo.

Il riparto è effettuato utilizzando congiuntamente tutti gli indici poiché in questo modo si tiene conto in modo adeguato dei diversi aspetti dell'attività consortile. È assegnato peso 1 a tutti gli indici ad eccezione dell'indice IES cui è attribuito peso 1,5 in quanto ritenuto quello maggiormente rappresentativo dell'impiego di risorse volto alla sorveglianza generale del territorio.

Fanno eccezione le voci di spesa relative al personale di campagna per la cui suddivisione tra i centri di costo viene utilizzato il solo indice IDP.

Si ha dunque la seguente tabella di riparto dei **costi indiretti e dei costi diretti congiunti** (**fig. 5.1**):

BONIFICA	AM	MM	DC	CM
47,2%	5,0%	25,8%	2,4%	19,6%

Tabella 5.1

Il riparto delle voci di bilancio relative alle spese del **personale di campagna** (**fig. 5.2**) fa riferimento, come detto, al solo indice IDP che determina le seguenti percentuali di suddivisione:

BONIFICA	AM	MM	DC	CM
39,8%	10,0%	31,6%	4,4%	14,2%

Tabella 5.2

Con il passaggio dall'attuale struttura del bilancio consortile a quello del nuovo Piano di Classifica, si rendono inoltre necessari ulteriori **riparti interni** tra gli attuali centri di costo (art. 1 e art. 2 del bilancio) afferenti ai disciolti Consorzi Alta e Media Pianura Mantovana e Colli Morenici del Garda.

Le voci di costo attribuite a tali articoli di bilancio trovano ripartizione mediante l'applicazione dei coefficienti IES, IIO, IDP:

	BONIFICA	AM	MM	DC	CM
Art. 1 EX ALTA E MEDIA	50,6%	8,6%	37,2%	3,7%	
Art. 2 EX COLLI MORENICI	35,0%				65,0%

Tabella 5.3

Le entrate extra-contribuenza sono ripartite con i medesimi criteri di riparto delle spese.

Le entrate dirette sono attribuite agli specifici centri di costo in funzione della loro tipologia. A titolo di esempio il canone di una concessione di polizia idraulica relativo ad un canale irriguo è attribuito allo specifico centro di costo irriguo. In alcuni casi particolari è inoltre necessario tenere conto delle peculiarità derivanti dal fatto che il Consorzio è frutto di aggregazioni successive: ad esempio andranno attribuiti solo ad alcuni centri di costo i proventi derivanti dall'esercizio di una centrale idroelettrica realizzata da uno degli ex Consorzi.

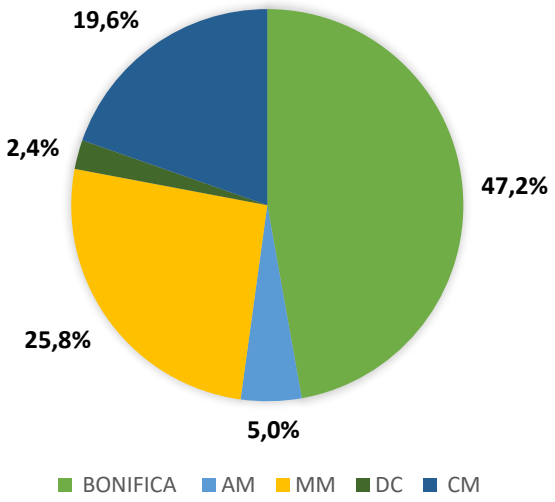


Fig. 5.1 – riparto generale dei costi indiretti e diretti congiunti tra i centri di costo

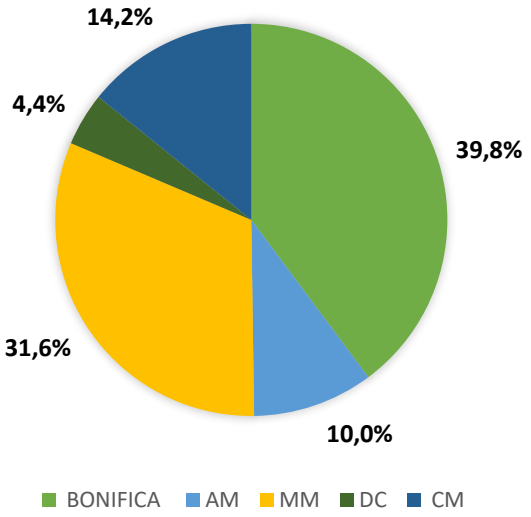


Fig. 5.2 – riparto del personale di campagna

Allegati

Relazione tecnico – scientifica Digital Drop srl – *Stima dell'indice di produzione di deflusso per il comprensorio del Consorzio di bonifica Garda Chiese secondo le Linee Guida di Regione Lombardia D.G.R. 17/4/2015 - n. X/3420*

Relazione tecnico – scientifica Digital Drop srl – *Analisi dei fabbisogni irrigui delle colture nei Colli Morenici del Garda*

P1	Planimetria del comprensorio
P2	Reticolo e impianti in gestione al Consorzio
P3	Bacini di scolo e perimetro di contribuenza di bonifica
P4	Planimetria del *Curve Number*
P4.1	Planimetria delle pendenze
P4.2	Planimetria della soggiacenza
P4.3	Planimetria del coefficiente udometrico dei suoli
P5	Indice di produzione di deflusso dei terreni
P6	Indice di percorso di bonifica
P7	Indice di intensità di bonifica
P8.1	Indice tecnico finale per il riparto degli oneri di bonifica dei terreni
P8.2	Zone omogenee di bonifica degli immobili extra-agricoli
P9	Fonti di approvvigionamento irriguo
P10	Metodi irrigui
P11	Distretti e comizi irrigui
P12	Indice di dotazione irrigua
P13	Indice di adduzione irrigua
P14	Indice di elasticità dell'irrigazione
P15	Indice di dotazione energetica bacini Medio Mantovano e Destra Chiese
P16	Indice tecnico finale di irrigazione bacini Medio Mantovano e Destra Chiese

Bibliografia

Consorzio di bonifica Garda Chiese, Piano Comprensoriale di bonifica, Irrigazione e Tutela del Territorio Rurale approvato con D.G.R. n. XI/2642 del 16/12/2019

Becciu G., Paoletti A. (2010). 'Fondamenti di costruzioni idrauliche'. UTET.

Cunnane C., Statistical distribution for flood frequency analysis, WMO-Operational Hydrology Report No. 33, 1989

Dari L., Canali ed acque per irrigazione e movimento di ruote idrauliche nella provincia di Mantova, 1835 (manoscritto)

Ferro V., La sistemazione dei bacini idrografici, Mc Graw Hill, 2002

Hydrologic Engineering Center, Hydrologic modelling system HEC–HMS: Technical reference manual, U.S. Army Corps of Engineers-Hydrologic Engineering Center, Davis, California, 2000

Hosking J., Wallis J., Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments, University Press, Cambridge, 1997

Kite G.W., Frequency and risk analysis in hydrology, Water Resources Publications (Publication 224), Littleton, CO, 1988

Moisello U., Idrologia Tecnica, La Goliardica Pavese, Pavia, 1999

Natale L., Manuale di ingegneria civile Vol. 1. Sez. Costruzioni idrauliche, cap. I – Idrologia tecnica, Zanichelli / Esac, 2003

SCS-Soil Conservation Service, Hydrology. National engineering handbook, Section 4. Washington, USDA, 1972

Dhakal, N., Fang, X., Cleveland, T. G., Thompson, D. B., Asquith, W. H., & Marzen, L. J. (2012). Estimation of volumetric runoff coefficients for Texas watersheds using land-use and rainfall-runoff data. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 138(1), 43-54.

Kerby, W.S., 1959, Time of concentration for overland flow: Civil Engineering, v. 29, no. 3, 174 p.

Kirpich, Z.P., 1940, Time of concentration of small agricultural watersheds: Civil Engineering, v. 10, no. 6, 362 p

Masseroni, D., Ercolani, G., Chiaradia, E. A., & Gandolfi, C. (2019). A procedure for designing natural water retention measures in new development areas under hydraulic-hydrologic invariance constraints. Hydrology Research, 50(5), 1293-1308.

Mishra, S. K., Singh, V. P., Mishra, S. K., & Singh, V. P. (2003). SCS-CN Method. Soil conservation service curve number (SCS-CN) methodology, 84-146.

Modello IdrAgra (https://idragra.unimi.it/)

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 2007. National Engineering Handbook, Part 630, Chapter 16, Hydrographs, Washington, DC.

Williams, J.R., 1995. Chapter 25: The EPIC Model. In: Singh, V.P. (Ed.)