



Provincia di Cremona



*Allegato 2: Collegamento ferroviario fra
Crema e Milano*

Allegato 2: Collegamento ferroviario fra Crema e Milano

Approvato con Del.C.P. n. 21 del 18 febbraio 2004

Settore Territorio e Trasporti: Arch. Maurizio Rossi, Arch. Anna Gozzi

Redazione: Prof. Francesco Perticaroli

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
1.1 PREMESSA	4
1.2 IL PROLUNGAMENTO DELLA LINEA 3 DELLA METROPOLITANA DI MILANO	4
2. L'OPZIONE FERROVIARIA	6
2.1 IL QUADRO GENERALE	6
2.2 LA FERROVIA CREMA - MILANO	7
2.3 LA RETE	9
3. CARATTERISTICHE DELLA NUOVA LINEA	10
3.1 CARATTERISTICHE GENERALI	10
3.2 SEMPLICE O DOPPIO BINARIO.	10
3.2.1 Questioni di potenzialità e regolarità	10
3.2.2 Sede e stazioni	12
3.2.3 Conclusioni	13
4. IL TRACCIATO PROPOSTO	14
4.1 ESIGENZE DEL SERVIZIO OFFERTO	14
4.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	15
4.3 STANDARD DI TRACCIATO	16
4.4 VARIANTE A	18
4.5 VARIANTE B	20
4.6 FERMATE E STAZIONI	21

5. TECNOLOGIE E MATERIALE ROTABILE	24
5.1 SEGNALAMENTO	24
5.2 ELETTRIFICAZIONE	24
5.2.1 Quadro generale	24
5.2.2 Linea Crema - 1 di alimentazione	26
5.2.4 Altri provvedimenti	27
5.3 MATERIALE ROTABILE	27
6. STIMA DEI COSTI E DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	29
7. BIBLIOGRAFIA	30
8. ALLEGATI	31

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Nella prima fase dello studio di fattibilità del sistema di trasporto alternativo fra Crema e Milano abbiamo svolto un ampio esame dell'attuale situazione della rete ferroviaria cremonese e dei collegamenti della Provincia di Cremona con il capoluogo regionale. E' stato in tal modo possibile inquadrare la proposta di infrastrutturazione su ferro del Comprensorio Cremasco nelle prospettive più ampie di rilancio della rete provinciale.

Questi temi sono stati trattati nella Relazione tecnica P047 del 31 gennaio 2001 e, per quanto riguarda le specificità ferroviarie, nella Relazione tecnica P065 del 31 Luglio 2001.

Nella prima sono state discusse, nei capitoli 5 e 6, le possibili opzioni per il collegamento Crema - Milano, che forma oggetto del presente studio.

In linea generale dette opzioni si riferiscono:

- al sistema di tipo metropolitano, consistente nel prolungamento verso est della linea 3 (vd. P047 - Cap. 7);
- ad una ferrovia Crema - Milano lungo la direttrice Paullese (vd. P047 - Cap. 8).

1.2 IL PROLUNGAMENTO DELLA LINEA 3 DELLA METROPOLITANA DI MILANO

L'attuale capolinea di S. Donato della linea 3 (M3), con il suo grande parcheggio che, a partire dal corrente anno, offrirà 2000 posti auto, costituisce un importante nodo d'interscambio gomma/ferro per il traffico proveniente dalla

direttrice Paullese, come pure per quello convogliato dalla Via Emilia, dall'Autostrada del Sole e dal sistema delle Tangenziali.

Esso si trova al confine del territorio comunale di Milano: è quindi logico ipotizzare il prolungamento della M3 all'esterno in diretta prosecuzione della sua asta terminale, cioè nella direzione della SS 415.

Le caratteristiche specifiche di una metropolitana, sia pure elettrificata a 1500 V c.c. e quindi idonea a coprire medie distanze, rendono tuttavia proponibile un prolungamento contenuto, al massimo, in una decina di chilometri.

Un tale prolungamento¹ consentirebbe di inserire nel sistema del trasporto metropolitano di massa importanti Comuni vicini a Milano. Sarebbe anche possibile creare un nuovo grande nodo esterno di interscambio gomma/ferro, situato all'altezza dell'anello stradale costituito dalla Strada della Cerca. Qui potrebbe essere drenato il traffico privato e pubblico proveniente dalla Provincia di Cremona attraverso la SS 415 ed anche da quella di Brescia; ne risulterebbe alleggerito il tratto più congestionato prossimo a Milano della Statale Paullese.

L'opzione metropolitana, per i suoi limiti fisiologici, non oltrepasserebbe in ogni caso l'Adda, cioè l'ambito delle Province di Milano e di Lodi (Zelo Buon Persico), e non potrebbe quindi risolvere il problema dei collegamenti del territorio nord-occidentale della Provincia di Cremona con l'area milanese.

Per questa ragione la Provincia di Cremona trova uno specifico interesse nell'opzione ferroviaria, l'unica in grado di garantire al Circondario Cremasco e, in particolare, ai Comuni situati fra Crema e l'Adda collegamenti diretti, veloci e regolari con Milano.

In questa seconda fase dello studio viene quindi presentata l'analisi di fattibilità della ferrovia Crema – Milano.

¹ Si veda lo studio MM [2], che nella parte B delinea il prolungamento M3 come intervento di infrastrutturazione su ferro nell'ambito territoriale sud – est dell'area metropolitana di Milano.

2. L'OPZIONE FERROVIARIA

2.1 IL QUADRO GENERALE

Riteniamo opportuno premettere alcuni richiami di quanto già esposto nelle citate Relazioni P047 e P065.

Per i collegamenti di Cremona e della parte orientale della Provincia con Milano l'instradamento via Codogno è oggi il più breve e veloce, e tale rimarrà anche in futuro, quando potrà beneficiare degli effetti del quadruplicamento Milano - Bologna.

Tali effetti saranno indiretti, poiché i convogli da Mantova e Cremona non potranno usufruire della nuova linea AC, in mancanza di un'ideale interconnessione fra Piacenza Ovest e Milano², e dovranno continuare a seguire la linea storica. Ma questa sarà alleggerita dal traffico a lunga percorrenza e da una parte di quello merci e potrà offrire più tracce per i servizi Regionali.

La normalizzazione delle condizioni di circolazione sulla Codogno – Milano consentirà inoltre una maggiore regolarità e un'impostazione della marcia dei treni a velocità più elevate, poiché non sarà più necessario cautelarsi rispetto ai limiti di velocità ammessi dalla linea e dal materiale rotabile con margini e allungamenti di percorrenza molto ampi, come nell'orario attuale.

La linea di Treviglio non costituisce oggi un vantaggioso instradamento da Cremona per Milano, a causa della sua lunghezza, delle velocità commerciali sensibilmente minori e del fatto che le poche corse dirette sono lente, in numero

² La futura interconnessione di Melegnano fra la linea storica e quella AC sarà praticamente equivalente, per quanto riguarda le provenienze da Cremona, all'attuale Bivio Sordio, di immissione sul quadruplicamento per Rogoredo, e al successivo Doppio Bivio S. Donato, entrambi provvisori.

limitato e per di più concentrate nei periodi di punta e in un solo senso (mattina verso Milano, sera da Milano).

La causa principale di tali carenze è notoriamente la completa saturazione della tratta Treviglio - Milano, che impone gravi vincoli alla circolazione e all'offerta³.

Anche su questo itinerario i servizi potranno comunque essere migliorati in frequenza, velocità e regolarità a seguito del quadruplicamento Treviglio - Milano, ma in partenza da Cremona permarrà pur sempre l'effetto negativo del maggior percorso, rispetto alla linea di Codogno.

La rete attuale offre quindi un servizio poco competitivo, rispetto all'opzione stradale, alle Aree di Coordinamento Intercomunale (ACI) 15, 13, 9 [1], in particolare ai Comuni di Casalbuttano, Soresina, Castelleone. Lascia inoltre completamente scoperti gli importanti Comuni delle ACI 2, 3, 4.

2.2 LA FERROVIA CREMA - MILANO

La Cremona - Treviglio serve una quota cospicua (78,2%) della popolazione residente nel Circondario Cremonese (cfr. P047 - tabella 8 e paragrafo 8.1), ma soltanto il 42,1% di quella del Circondario Cremasco, pur comprendendovi il Capoluogo.

La sua importanza per i collegamenti con Milano cresce, per ovvie ragioni, man mano si procede verso nord.

Abbiamo già messo in evidenza come, ad esempio, i collegamenti ferroviari di Crema con Milano siano potenzialmente concorrenziali rispetto agli autobus che percorrono la statale Paullese, nonostante questa sia più diretta e la ferrovia sia penalizzata dall'ansa di Treviglio (vd. P047 - tabella 12).

Una linea ferroviaria diretta da Crema al capoluogo Regionale migliorerebbe sensibilmente il servizio ferroviario nel territorio della Provincia di Cremona in generale e nel Circondario Cremasco in particolare, favorendo i collegamenti con Milano dei centri di Casalbuttano, Soresina, Crema e offrendo ai Comuni

³ Si tenga presente che nella Milano - Treviglio, oltretutto, la circolazione viaggiatori è sospesa per circa 2 ore durante la mattinata, per manutenzione linea.

compresi fra Crema e l'Adda un servizio alternativo a quello stradale, che si svolge oggi in condizioni critiche lungo un asse stradale fortemente congestionato.

Alla linea Cremona – Treviglio rimarrebbe il compito di assicurare le relazioni della Provincia di Cremona con Bergamo, oltre a quelle che potranno derivare dalla istituzione degli itinerari merci alternativi a est del nodo di Milano, dei quali si è ampiamente trattato nella relazione tecnica P065.

Per valutare il bacino d'utenza della Crema - Milano si deve tenere presente che la progettazione definitiva cercherà di esaltare l'attrattività delle stazioni e delle fermate, in modo da farne nodi di interscambio e raccolta del traffico pubblico e privato della zona circostante. In tal modo si potrà allargare la sfera d'influenza della ferrovia dai Comuni sedi di stazione alle intere ACI ed anche a Comuni situati nelle altre Province⁴.

Con tali presupposti nella tabella 1 allegata sono indicate sia la popolazione residente nelle ACI n° 6 - 4 - 3 - 2 attraversate dalla nuova ferrovia (cfr. figura 3 della relazione P047), sia quella dei Comuni: la seconda risulta pari all'84,6% della prima.

L'instradamento Cremona - Crema – Milano risulterebbe più breve di quello di Treviglio e analogo a quello di Codogno per quanto riguarda lunghezza, velocità e tempi di percorrenza⁵. Nella tabella 2 è stata indicata l'intera popolazione servita, ripartita fra i due Comprensori Cremonese e Cremasco.

Dal confronto dei 3 possibili instradamenti (tabella 3) appare evidente che quello nuovo servirebbe una quota più consistente (64,4%) di popolazione provinciale.

⁴ Si pensi ad esempio al Comune di Crespiatica (LO), prossimo a Monte Cremasco e a Vaiano Cremasco.

⁵ E' ovvio che anche su questo nuovo collegamento potrebbero essere impostati treni Diretti cadenzati, intercalati a normali Regionali.

2.3 LA RETE

Le condizioni di congestione e in molti casi di saturazione del nodo di Milano e degli assi principali della rete lombarda richiedono interventi decisi di potenziamento e integrazione.

Oltre che ai quadruplicamenti e ai raddoppi, molta attenzione viene oggi dedicata alla realizzazione di *itinerari alternativi* per il traffico merci, alcuni dei quali interessano direttamente la Provincia di Cremona.

Dalla documentazione che illustra le attuali linee di tendenza [3] risulta evidente l'importanza sia dell'itinerario "medio padano" Voghera – Piacenza – Cremona – Mantova - Monselice/Verona, sia di quelli che dovrebbero aggirare il nodo di Milano a sud e ad est. La loro realizzazione valorizzerebbe le linee Treviglio – Cremona – Fidenza e Codogno – Cremona e comporterebbe la costruzione di nuove tratte, fra le quali la Pizzighettone - Castelleone.⁶

L'aggiunta della Crema – Milano rinforzerebbe la maglia ferroviaria a sud - est di Milano, oggi abbastanza "scoperta" [5], conferendo alla rete una più completa articolazione, utile per diffondere l'offerta del trasporto pubblico su ferro nel territorio e fronteggiare con maggiore elasticità le situazioni di emergenza.

⁶ Ricordiamo che l'ipotizzata "Gronda sud" seguirebbe il percorso Novara – Mortara – Pavia – Codogno – Crema – Treviglio. La "Gronda est," che dovrebbe assicurare lo sbocco verso sud dell'asse del Gottardo, richiederebbe la costruzione di un nuovo tronco fra Seregno e Treviglio [4] e utilizzerebbe poi la Treviglio – Cremona.

3. CARATTERISTICHE DELLA NUOVA LINEA

3.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Lo studio del tracciato presuppone la definizione di alcune scelte di fondo, che debbono tenere conto del livello desiderato dell'offerta e degli oneri che si è disposti ad affrontare, in termini di costi e invasività ambientale.

Le questioni pregiudiziali riguardano:

- la scelta fra semplice o doppio binario;
- l'andamento piano-altimetrico della linea,

mentre fuori discussione appaiono le soluzioni che rientrano nella moderna tecnica ferroviaria, cioè:

- *trazione elettrica;*
- *manca di passaggi a livello;*
- *sottopassaggi pedonali nelle stazioni e fermate;*
- *moderno sistema di blocco elettrico telecomandabile e impianti ACEI nelle stazioni.*

3.2 SEMPLICE O DOPPIO BINARIO

3.2.1 QUESTIONI DI POTENZIALITÀ E REGOLARITÀ

Come evidenziato nelle precedenti relazioni P047 e P065, la potenzialità teorica di *linee a semplice binario* tecnologicamente ben equipaggiate, in presenza di traffico eterotachico, risulta: $P_d = 80 - 90$ treni/giorno.

Secondo i criteri esposti nei paragrafi 4.1.1 e 4.1.2 della relazione P047, l'intensità effettiva della circolazione N

- non dovrebbe eccedere i 40 - 45 treni/giorno, in condizioni di piena regolarità;
- supererebbe, con 60 treni/giorno, la soglia di criticità.

Senza voler formulare, in questa sede, programmi di esercizio, ma limitandoci a ragionare per similitudine con la rete esistente, possiamo tener conto della situazione riportata nella tabella 10 della relazione P047, dalla quale risultano orientativamente i seguenti carichi:

- $N_v = 30 - 35$ treni viaggiatori/giorno sulle linee Cremona - Treviglio, Cremona - Mantova, Cremona - Fidenza;
- $N_v = 40$ treni viaggiatori/giorno sulla Cremona - Codogno,

con un significativo traffico merci solo su quest'ultima.

Si hanno complessivamente circa:

- $N = 40$ treni/giorno sulle prime tre linee;
- $N = 60$ treni/giorno sulla Codogno - Cremona.

Considerata l'espansione dell'offerta, reclamata insistentemente dall'utenza, e una limitata presenza di traffico merci, si può stimare grossolanamente pari a $N = 70 - 80$ treni/giorno la circolazione ipotizzabile sulla Crema - Milano.

Si tratta di un valore ancora contenuto nei limiti di capacità di una linea a semplice binario, ma decisamente al di sopra della soglia di criticità.

Per una *linea a doppio binario* con equipaggiamento "leggero", cioè con Blocco elettrico conta assi e posti di movimento distanziati di 10 - 12 km, si può considerare: $P_d = 160-180$ treni/giorno⁷. Nel caso specifico l'indice di utilizzazione risulterebbe: $u_d = 0,4 - 0,5$ e verrebbe quindi garantita una circolazione del tutto regolare, con ampio margine per incrementi del traffico viaggiatori e merci.

⁷ Valore attribuito, ad esempio, alla Carnate - Monza.

3.2.2 SEDE E STAZIONI

Ai fini della scelta fra semplice o doppio binario, vanno tenute presenti le seguenti considerazioni.

- a) Nella progettazione di una nuova linea ferroviaria a semplice binario (s.b.), con prospettive di incrementi del traffico tali da pensare ad un successivo raddoppio, sarebbe evidentemente ragionevole prevedere non soltanto la salvaguardia della *sede*, ma addirittura l'esecuzione di *opere d'arte* già predisposte per il doppio binario (nel caso specifico: ponti, viadotti, sovrappassi, sottopassi).
- b) Per garantire i valori della potenzialità P_d sopra enunciati sarebbe inoltre necessario nella soluzione a s.b. contenere la lunghezza L delle *sezioni di blocco* entro 5 - 6 km. Alcune stazioni potrebbero avere un solo binario d'incrocio/precedenza, ma occorrerebbe comunque prevederne un numero sufficiente con almeno 2 binari deviati⁸. Considerato che detti binari dovrebbero garantire un "modulo" per i treni merci di almeno 600 m⁹, lo sviluppo di una stazione fra i deviatori estremi (idonei per almeno 60 km/h in deviata e provvisti di tronchini) raggiungerebbe 1 km. La linea a s.b. risulterebbe dunque, in realtà, per il 20% del percorso armata con due binari.
- c) Per una *linea a d.b.* attrezzata, come sopra accennato, con Blocco elettrico conta assi si possono prevedere:
 - semplici *Fermate* (vd. figura P060-11.a);
 - eventuali posti di blocco intermedi fra le stazioni, corrispondenti a *Fermate/Posti di Comunicazione (PC)* pari/dispari, senza necessità di allargamento della sede per ricavare un 3° o un 4° binario deviato (vd. figura P060-11.b);
 - posti di blocco corrispondenti a *Stazioni/Posti di Movimento (PM)* *distanziati di 10 - 12 km* e provvisti:

⁸ Queste considerazioni riguardano soltanto le esigenze della circolazione, non altre eventuali necessità locali (scali merci, raccordi).

⁹ Per la grande rete europea si richiede oggi il modulo di 750 m:

- soltanto di un terzo binario deviato centrale¹⁰ (vd. figura P060-11.c);
- oppure eccezionalmente di due binari di precedenza esterni;

3.2.3 CONCLUSIONI

In sostanza una linea a d.b. così definita presenterebbe, rispetto ad una a s.b.:

- una fascia di salvaguardia e opere d'arte di larghezza equivalente;
- un numero pari alla metà di stazioni (PM), per lo più contenute entro l'ingombro di quelle da prevedersi sul s.b.;
- la possibilità di avere un maggior numero di fermate intermedie, essendo queste meno vincolanti per la circolazione.

I maggiori oneri economici del d.b. deriverebbero quindi, soprattutto, dall'attrezzaggio elettroferroviario.

D'altra parte nelle precedenti relazioni sono stati ampiamente dibattuti gli svantaggi in termini di perditempi e vincoli di circolazione che alla rete cremonese derivano dall'essere interamente a s.b.

Va ribadito che anche con intensità non eccedenti i 40 treni/giorno la *rigidità dovuta agli incroci* non consente di riassorbire gli eventuali ritardi dei treni, ma li estende agli altri, creando quelle situazioni di irregolarità del servizio che esasperano l'utenza. E ciò nonostante vengano assunti cautelativamente ampi margini nell'impostazione delle velocità e negli allungamenti di percorrenza, con sacrificio delle velocità commerciali offerte.

Per tutti i motivi sopra esposti sembra decisamente preferibile optare, in una linea utilizzata prevalentemente per il *traffico viaggiatori*, per il doppio binario.

Il progetto definitivo dovrà ovviamente prevedere, come già accennato, l'esclusione di qualsiasi attraversamento a raso e sottopassaggi pedonali in tutte le stazioni e fermate.

¹⁰ E' una soluzione di minimo costo, adottata anche nella rete fondamentale, che sembra adeguata alla linea in esame.

4. IL TRACCIATO PROPOSTO

4.1 ESIGENZE DEL SERVIZIO OFFERTO

Tenendo presente il quadro della domanda nel territorio della Provincia di Cremona, i servizi sulla nuova Crema - Milano dovrebbero essere impostati con criteri analoghi a quelli adottati per il Servizio Ferroviario Regionale e per il collegamento Cremona - Milano via Codogno, del quale l'instradamento via Crema costituirebbe un'alternativa. Potrebbero pertanto essere previsti:

- treni Diretti Cremona - Crema - Milano, con poche fermate e velocità commerciale dell'ordine di 90 km/h¹¹;
- treni semidiretti Cremona - Crema - Milano, con rinforzi da Crema a Milano nelle ore di punta;
- treni Regionali Cremona - Crema - Milano, con rinforzi da Crema;
- treni Regionali e semidiretti Cremona - Treviglio - Bergamo.

E' quindi evidente che la nuova linea dovrebbe ammettere *per i ranghi A e B* velocità massime v_M analoghe a quelle che caratterizzano le linee esistenti¹²:

- 110/120 km/h nelle linee da Cremona a Treviglio, Brescia, Fidenza;
- 125/130 km/h fra Castelvetro e Piacenza;
- 125/135 km/h fra Ponte Adda e Mantova.

In base agli standard normali (accelerazione centrifuga non compensata 0,6/0,8 m/s², rispettivamente per i ranghi A/B; sopraelevazione massima 0,16 m), alle velocità sopra indicate corrispondono i raggi di curvatura:

¹¹ Attualmente le velocità commerciali dei treni Diretti Milano - Mantova sono comprese fra 75 e 86 km/h.

¹² Ci si riferisce alle velocità di fiancata prevalenti, trascurando le riduzioni in tratti singolari di breve estensione.

- $R \geq 600$ m per: $v_M = 110/120$ km/h;
- $R \geq 750$ m per: $v_M = 125/135$ km/h.

La riduzione dei raggi R facilita, nella definizione del tracciato, il rispetto dei vincoli ambientali e l'avvicinamento ai centri abitati, ma incrementa la tortuosità del percorso e sacrifica le velocità.

Per la nuova linea vengono adottati *raggi di curvatura*: $R \geq 750$ m, scendendo ad un valore inferiore solo all'uscita da Crema¹³.

In tal modo sono evitate variazioni frequenti della velocità di fiancata, che risultano gravose per la condotta, ma soprattutto critiche per i "salti di velocità" in diminuzione.

Per quanto riguarda l'*andamento altimetrico*, il percorso pianeggiante non crea particolari problemi; per non penalizzare il traffico merci, non sono state superate nelle rampe di accesso ai sovrappassi, sottopassi o trincee livellette del 15‰.

4.2 DEFINIZIONE DEL PERCORSO

Nella tavola P060-01 è riportato lo sviluppo planimetrico della linea Crema - Milano, che presenta due ipotesi di tracciato nella parte iniziale tra Crema e Pandino (varianti A e B); lo studio, lato Milano, si limita alla fermata di Peschiera Borromeo: la penetrazione in città richiede infatti un approfondimento ad hoc che tenga conto delle caratteristiche infrastrutturali e funzionali del nodo ferroviario milanese.

Un apposito studio potrebbe valutare, nel contesto degli interventi già programmati sul nodo, la fattibilità dei possibili allacciamenti a diversi punti di ingresso:

- Milano Rogoredo, connettendosi alla linea lenta da Piacenza e quindi al Passante Ferroviario;

¹³ Curva con: $R = 500$ m; $v_M = 100/110$ km/h per il tracciato secondo la Variante A.

- Milano Romana, sottopassando la cintura ferroviaria e innestandosi direttamente sulla cintura sud;
- tratta Pioltello - Lambrate, con possibilità di transito per Linate Aeroporto e connessione sul Passante.

In tutti e tre i casi risulterebbero comunque necessarie notevoli opere d'arte (scavalchi, lunghe tratte e fermate in galleria), la cui fattibilità andrebbe studiata accuratamente non solo dal punto di vista ingegneristico, ma anche con riguardo alle ricadute in termini trasportistici sull'intero nodo milanese.

Minori problemi presenta invece l'innesto a Crema sulla linea Treviglio - Cremona, che richiederebbe interventi più modesti e in buona parte contenuti nel sedime ferroviario esistente.

4.3 STANDARD DI TRACCIATO

La linea Crema - Milano percorre una zona pianeggiante, caratterizzata da una fitta rete idrica, da terreni prevalentemente agricoli, da insediamenti urbani concentrati e da attività produttive e di terziario insediate linearmente lungo la SS 415, nelle zone di Bagnolo Cremasco e tra Paullo e Peschiera Borromeo.

Un'altra caratteristica è data dal fatto che i principali centri si trovano a nord o a sud dell'asse stradale principale (SS 415 Paullese), e ad esso si collegano con una fitta rete di strade locali.

Infine vanno ricordate la presenza del fiume Adda, con la zona boschiva circostante, e dell'area protetta del Moso, in prossimità di Crema.

Le suddette caratteristiche territoriali consentono di realizzare un tracciato prevalentemente pianeggiante e con curve di raggio non inferiore a 750 m, così da consentire la velocità massima prevista di 125/135 km/h (ranghi A/B).

Solamente nella variante A, come già detto, è presente una curva di raggio 500 m in uscita da Crema; la relativa limitazione di velocità a 100/110 km/h è

attenuata dal fatto che la curva si trova a circa 1,5 km dalla stazione di Crema e non in piena linea.

Dal punto di vista altimetrico la necessità di livellette deriva soprattutto dal fatto di dover sovrappassare in cinque punti (tre per la variante B) la SS 415, nonché dal ponte sul fiume Adda.

In tutti questi casi andrà valutato un adeguato compromesso tra l'opportunità di non superare la pendenza massima consigliata del 15‰ (in considerazione anche del possibile traffico merci) e l'esigenza di ridurre l'impatto ambientale creato da rilevati estesi in lunghezza ed altezza.

A tal fine si potrà intervenire, per gli attraversamenti stradali, realizzando un corrispondente abbassamento in trincea del piano stradale, limitando così la quota del piano del ferro.

Per le restanti parti la linea potrà correre in leggero rilevato, più o meno equivalente a quello della viabilità locale; le intersezioni con quest'ultima andranno risolte con sopra o sottopassi, definiti caso per caso.

Gli attraversamenti del Canale Vacchelli (in due punti) e del Canale Muzza non richiedono per contro particolari innalzamenti del piano del ferro.

Infine nella tratta finale verso Milano, in considerazione della viabilità esistente con molti svincoli, e degli insediamenti a ridosso della Paullese, la linea dovrà preferibilmente correre in trincea.

Un adeguato studio di impatto ambientale potrà portare a definire le soluzioni di mitigazione da adottare, in un contesto comunque che al di là di alcuni punti singoli non sembra presentare particolari problemi.

Le figure da P060-02 a P060-11 riportano immagini fotografiche di alcuni punti caratteristici del territorio interessato dal possibile futuro tracciato.

4.4 VARIANTE A

La variante A si sviluppa tra Crema e Peschiera Borromeo per circa 33 km, con otto fermate o stazioni intermedie, così come dettagliato in tabella 4.

La nuova linea parte dalla stazione di Crema, il cui piazzale dovrà essere adeguato per poter gestire sia la nuova diramazione verso Milano, sia l'eventualità di treni attestati a Crema, sia infine la possibile quota di traffico merci (messa a modulo binari di precedenza).

Le zone industriali dismesse a nord della stazione potrebbero rendere disponibili eventuali porzioni di aree necessarie al fine di realizzare il nuovo piano binari e le relative banchine, dotate di sottopassaggio.

Dalla stazione all'attuale passaggio a livello di via Indipendenza (progressiva km 44,007), che andrà sostituito da un sovrappasso, deve essere valutata la possibilità di realizzare una tratta a tre binari o, in alternativa, a due binari.

La fotografia P060 – 02 riprende la sede ferroviaria della linea Treviglio – Cremona, dal PL di via Indipendenza in direzione della stazione di Crema. Questa sede dovrebbe essere allargata per realizzare un secondo binario, prevedendo in tal caso un *bivio in linea*, a nord del citato PL; la linea a doppio binario per Milano si staccerebbe verso sinistra da quella per Treviglio, ripresa nella fotografia P060 – 03¹⁴

Allargando sui due lati la sede ferroviaria attuale, sarebbe possibile posare un terzo binario, mantenendo indipendenti le linee per Milano (a doppio binario) e per Treviglio.

Subito dopo il succitato PL la linea piega a sud con una curva di raggio 500 m, necessaria per incidere il meno possibile sull'area del Moso (fotografie P060-04

¹⁴ Nella fotografia è visibile il segnale di protezione dispari della stazione di Crema.

e P060-05)¹⁵ e del golf club, e si avvicina alla Paullese in corrispondenza dello svincolo di Crema Ovest.

Da qui prosegue con un'ansa verso nord, per evitare una serie di insediamenti industriali, e quindi, sovrappassata la SS 415, si porta in una posizione baricentrica tra gli abitati di Vaiano Cremasco e Bagnolo Cremasco, dove è prevista l'omonima fermata.

Quindi la linea scavalca nuovamente la Statale e poi, in zona Scannabue, il Canale Vacchelli (fotografia P060-06), per dirigersi verso Palazzo Pignano. Il tracciato passa a nord dell'abitato e della zona archeologica, tenendosi il più possibile discosto da questa (fotografia P060-07).

La stazione è collocata a metà strada tra Palazzo Pignano e il vicino Scannabue.

Proseguendo verso ovest, con un'ampia curva si raggiunge Pandino; la stazione è collocata a sud dell'abitato, in zona facilmente raggiungibile e dotata di spazi per parcheggi di interscambio (fotografia P060-08).

Da Pandino, con un lungo rettilineo, la linea ferroviaria, superato nuovamente il Canale Vacchelli e la SS 415, raggiunge Spino d'Adda (fotografia P060-09). Anche in questo caso la stazione è collocata a sud dell'abitato e dell'attuale tracciato della statale (fotografia P060-10), e risulta facilmente accessibile anche pedonalmente, soprattutto una volta che verrà realizzata più a sud la variante della SS 415.

Per l'attraversamento dell'Adda è stata individuata una zona circa 250 m a sud dell'attuale ponte stradale, su un allineamento tale da evitare le edificazioni e la cava esistenti sulla sponda cremonese e passare il fiume in un punto di sezione non eccessiva. Da questa zona è stato ripreso, nella fotografia P060-11, il vecchio ponte della SS 415.

¹⁵ La prima fotografia raffigura la zona umida, attraversata dalla ferrovia, mentre la fotografia P060-05 riprende uno dei punti più caratteristici del Moso, salvaguardato dal tracciato (variante A).

Per i motivi sopra esposti non è perseguibile un attraversamento del fiume in affiancamento al ponte stradale e va del pari escluso un passaggio a nord, che risulterebbe assai critico dal punto di vista dell'impatto ambientale.

Oltre l'Adda una doppia curva riporta la linea ferroviaria a nord della Paullese, dove viene situata la stazione di Zelo Buon Persico; quindi il tracciato prosegue verso Paullo, passando nuovamente a sud della SS 415; la fermata è collocata in prossimità dell'abitato, nella parte nord, facilmente raggiungibile non dovendosi attraversare la grande viabilità.

Da qui in avanti il tracciato ripercorre sostanzialmente quello proposto per il prolungamento della M3 a Paullo [2], costeggiando a sud in maniera pressoché rettilinea la SS 415.

In questo tratto sono previste due fermate: la prima "Mediglia - Cerca" è a servizio sia degli insediamenti di Pantigliate e Caleppio di Settala, sia dell'interscambio collocabile in prossimità della Strada Provinciale "Cerca" Melegnano - Agrate, particolarmente importante a livello locale e, in proiezione, per il futuro innesto della nuova autostrada Brescia - Bergamo – Milano.

La seconda fermata è prevista all'altezza di Peschiera Borromeo.

4.5 VARIANTE B

La variante B, con un'estensione di circa 32 km e 7 stazioni (vedi tabella 5), differisce dalla prima soluzione unicamente nella parte iniziale, dove prosegue in affiancamento all'attuale linea per Treviglio (Vd. fotografia P060 – 03) sino all'altezza del Canale Vacchelli.

Per questa variante è da prevedersi un *bivio in linea*, situato a circa 2 km dalla stazione di Crema, nel quale la nuova linea si dirama da quella di Treviglio: ciò richiede soltanto la posa di un secondo binario fra la stazione di Crema e la biforcazione, costituente un PM telecomandato da Crema.

Successivamente il tracciato si sviluppa con un lungo rettilineo, parallelo alla sponda nord del Canale Vacchelli, sino a poco prima di Palazzo Pignano dove, dall'omonima fermata, riprende il percorso studiato per la variante A.

Rispetto a quest'ultima la minore estensione di circa 1 km e la mancanza di una fermata tra Crema e Palazzo Pignano può consentire una riduzione dei tempi di percorrenza.

Peraltro gli elementi decisivi nella scelta tra le due varianti sono l'incidenza in termini di domanda della fermata Vaiano - Bagnolo e gli aspetti legati all'impatto ambientale nella zona del Moso.

4.6 FERMATE E STAZIONI

In un servizio di tipo ferroviario metropolitano le fermate e le stazioni rivestono un'importanza fondamentale per l'attrattività del sistema, non solo sulla base della loro collocazione, ma soprattutto delle prestazioni che garantiscono all'utente, per il quale sono il primo approccio al servizio pubblico.

Oltre quindi ad un aspetto architettonico gradevole, che sia immagine dell'efficienza del servizio, sono elementi fondamentali:

- l'accessibilità, sia esterna (strade, percorsi pedonali, segnaletica) che interna (banchine alte, ascensori, scale mobili);
- il comfort: pensiline o sale d'attesa, servizi commerciali (bar, edicola con rivendita titoli di viaggio), illuminazione efficace, pulizia e manutenzione adeguate;
- l'informazione al pubblico: indicatori di destinazione con tempi di attesa, comunicazioni audio, possibilità di chiamata del posto centrale per informazioni;
- la sicurezza: limitazione dei percorsi sotterranei, telecontrollo delle aree, pulsanti di help.

Tutte le fermate devono inoltre poter disporre, commisuratamente all'utenza prevista ed agli spazi disponibili, di aree di sosta sia per le auto che per cicli e motocicli. Al di sopra di certe dimensioni è opportuno che i parcheggi e i depositi cicli siano custoditi, con tariffe e abbonamenti integrati con quelli ferroviari.

Nella realizzazione delle fermate dovranno essere tenuti presenti i citati criteri generali, pur nella semplicità costruttiva di impianti che comunque prevedono unicamente *due banchine di lunghezza 250 m*, dotate di sottopassaggi e di locali tecnici e commerciali, che potranno variare in funzione dei flussi viaggiatori previsti caso per caso.

La lunghezza di banchina di 250 m è la medesima prevista per le fermate del Passante Ferroviario di Milano e consente di ospitare treni formati sia da due convogli TAF accoppiati che da materiale ordinario (sino ad otto carrozze a due piani trainate da locomotiva).

In alternativa, ove si prevedano composizioni di carrozze ad un piano di maggior lunghezza¹⁶, sarà necessario aumentare a 300 – 320 m lo sviluppo delle banchine, almeno nelle stazioni principali sedi di fermata dei treni aventi questa composizione.

Come precisato nel paragrafo 3.2.2.c, dal punto di vista ferroviario possono essere individuate le tre tipologie di fermate o stazioni raffigurate nella tavola P060-12.

Si sottolinea l'importanza di creare viabilità di accesso alle fermate e stazioni adeguata, ben segnalata e con facile innesto sulla statale Paullese e ai parcheggi, così da garantire una reale attrattività del mezzo su ferro.

Il coordinamento con le linee extraurbane su gomma afferenti alle stazioni è un ulteriore elemento di sistema che andrà particolarmente curato, adattando

¹⁶ Alcuni Diretti Mantova – Cremona – Milano hanno attualmente composizioni di 9 – 11 carrozze, con un peso bloccato fino a 520 t.

percorsi e orari dei servizi locali, in modo da limitare gli effetti negativi delle rotture di carico.

Questi interventi infrastrutturali e di riorganizzazione del trasporto pubblico devono accompagnarsi ad un'integrazione tariffaria, con un sistema di tariffe facilmente comprensibili per l'utenza ed una forte azione di marketing, rivolta in particolare a favorire gli abbonamenti, che dovranno essere integrati con i parcheggi, i servizi urbani, ecc., così da fidelizzare i clienti.

5. TECNOLOGIE E MATERIALE ROTABILE

5.1 SEGNALAMENTO

Tenuto conto dell'entità del traffico e del prevedibile modello di esercizio, si ritiene sufficiente adottare per la regolazione della circolazione il *Blocco elettrico conta assi* (Bca), *banalizzato* per consentire la marcia anche sul binario di destra¹⁷.

Il sistema è congruente con la potenzialità che è stata ipotizzata nel paragrafo 3.2.2 di 160 - 180 treni/giorni e con un traffico di punta corrispondente ad un massimo di 8-10 treni/ora per ciascuna direzione di marcia.

La linea Crema - Milano, come del resto le altre della rete cremonese, sarà esercita con un *DCO (Dirigente Centrale Operativo)* e telecomando degli ACEI di tutti i posti di blocco (PC e PM) indicati nelle tabelle 4 e 5, estremi esclusi. Detti posti potranno pertanto essere impresenziati.

Il DCO potrà aver sede a Cremona, insieme con quelli delle altre linee che vi fanno capo, oppure a Crema, stazione attualmente presenziata.

5.2 ELETTRIFICAZIONE

5.2.1 QUADRO GENERALE

Per l'*alimentazione a 3 kV c.c.* della nuova linea ci si può ispirare ai criteri seguiti nell'elettrificazione, relativamente recente, della rete ferroviaria

¹⁷ Questa soluzione è prevista anche per il raddoppio e ammodernamento della Milano - Mortara [3].

cremonese, prevedendo però maggiori margini della potenza installata, in considerazione dei possibili sviluppi dei servizi ferroviari regionali e merci.

Le *sottostazioni (SSE) a 3 kV* delle linee che fanno capo a Cremona sono equipaggiate con *1 o 2 gruppi di conversione unificati da 3,6 MW* ed alimentate alla tensione di *132 kV* direttamente dalla rete ENEL. Le SSE sono ubicate in prossimità di stazioni ENEL, di modo che lo sviluppo dei tronchi di alimentazione ad alta tensione (AT) degli impianti ferroviari (le cosiddette linee "primarie") è ridotto al minimo.

La distanza fra le SSE è compresa in generale fra 25 e 31 km: si citano in quanto segue alcuni esempi, riportando tra parentesi il numero di gruppi da 3,6 MW presenti in ciascuna SSE:

- Cremona (2) - Castelleone (1) 31 km
- Castelleone (1) - Treviglio (2) 31 km
- Cremona (2) - Manerbio (1) 28 km
- Manerbio (1) - Brescia (2) 23 km
- Cremona (2) - Piadena (2) 28 km
- Piadena (2) - Curtatone (2) 30 km
- Cremona (2) - Fidenza (2) 34 km
- Cremona (2) - Casalpusterlengo (2) 31 km

Le linee, tutte a semplice binario, hanno *catenaria* con sezione di rame di *320 mm²*, normalmente impiegata nella rete FS per velocità minori di 140 - 150 km/h e intensità di traffico medie.

5.2.2 LINEA CREMA - MILANO

Calcoli di verifica, in funzione degli effettivi carichi di punta, potranno essere eseguiti in sede di progetto definitivo.

Nel contesto specifico, tuttavia, può essere fin d'ora stabilita la configurazione e il dimensionamento di massima del sistema di alimentazione, seguendo criteri di similitudine con gli impianti esistenti, richiamati nel paragrafo precedente.

Linea di contatto. Può essere previsto lo standard normale:

- 2 fili di contatto contrappesati: sezione $2 \times 100 \text{ mm}^2$;
- 1 corda portante in treccia di rame, non contrappesata: sezione 120 mm^2 ;
- sezione totale: 320 mm^2 ,

con la predisposizione per l'installazione di una seconda corda portante, in modo da poter aumentare in futuro, se sarà necessario, la sezione totale a 440 mm^2 . In tal caso sarà prevista la contrappesatura anche delle due corde portanti.

Essendo la linea a doppio binario, le condizioni di alimentazione per quanto riguarda le *cadute di tensione* saranno sensibilmente migliori, rispetto al resto della rete cremonese.

In occasione della verifica finale potrà essere stabilita l'opportunità di prevedere un *posto di parallelo pari/dispari* a metà della tratta lato Milano, per ridurre ulteriormente le cadute in linea.

5.2.3 SOTTOSTAZIONE DI ALIMENTAZIONE

La linea fra Crema e il nodo di Milano ha uno sviluppo di circa 38 km: considerata la presenza delle SSE di Castelleone, a 9,4 km da Crema, e di Treviglio, a 21,6 km da Crema, appare chiaramente sufficiente prevedere *una sola SSE* sulla nuova tratta.

Seguendo il criterio di evitare la costruzione di onerose primarie ferroviarie AT, la SSE va ubicata in vicinanza delle *stazioni ENEL a 132 kV* presenti sul territorio, cioè:

- a *Crema*, alla quale convergono linee a semplice terna per Montanaso, per Cremona e per Romanengo. Su quest'ultima è inserita a Crema la derivazione per l'"Acciaieria";
- a *Pandino*, stazione inserita sulla linea a semplice terna Montanaso - Treviglio;
- a *Caleppio* (in prossimità di Paullo), stazione inserita sulla linea a semplice terna Montanaso - Limoto.

Pandino, a 13,7 km da Crema, costituisce senza dubbio la collocazione ideale per la SSE, perché le distanze risultano:

- Pandino - Castelleone 23,1 km
- Pandino - nodo di Milano circa 25 km.

La SSE di Pandino deve essere equipaggiata con *2 gruppi di conversione*: si propone di adottare la taglia di maggior potenza in uso nella rete FS, cioè di *5,4 MW/gruppo*, per garantire i maggiori margini di potenza che, come già accennato, sono ritenuti necessari.

5.2.4 ALTRI PROVVEDIMENTI

Per le ragioni ora evidenziate, è opportuno prevedere un *secondo gruppo* (per uniformità da 3,6 MW) nella *SSE di Castelleone*.

A *Crema* è conveniente installare un *posto di sezionamento automatico*, per migliorare il livello delle protezioni.

Il *posto di sezionamento e di parallelo* da prevedersi a metà della tratta Pandino - Milano potrà essere ubicato a *Paullo*.

5.3 MATERIALE ROTABILE

Per quanto riguarda il materiale rotabile, che dopo gli impianti di stazione rappresenta l'elemento di "interfaccia" forte con i passeggeri, oltre alle necessarie caratteristiche tecniche in termini di prestazioni (alta accelerazione e decelerazione) e di comfort (elevato numero di posti a sedere, climatizzazione dei comparti, accessibilità a raso) vanno curati l'aspetto estetico ed il livello di pulizia e manutenzione, che rappresentano elementi importanti di attrattività del sistema.

A queste esigenze rispondono piuttosto bene per le corse classificate "Regionali" i *treni ad alta frequentazione (TAF)* recentemente acquisiti sia da FS

che da FNME, le cui caratteristiche principali sono riportate nella tavola P060-13.

Un approfondimento dell'analisi della domanda sulla linea Crema - Milano potrebbe portare anche a scegliere composizioni con minor numero di posti offerti, come ad esempio gli *elettrotreni a bassa frequentazione* attualmente in costruzione per le FS.

Per i servizi classificati Diretti è logico prevedere materiale analogo a quello oggi usato sulla relazione Mantova – Milano, con carrozze ad un piano.

In proposito va tenuto presente che le migliorate condizioni di circolazione previste sulla rete cremonese e, in generale, il favorevole andamento planimetrico delle linee consigliano di adottare in futuro materiale motore e rimorchiato idoneo a raggiungere la *velocità massima di 160 km/h* ammessa per il rango B.

Ciò significa impiegare le locomotive elettroniche E 632 a 6 assi¹⁸ e le nuove E 464 da 3500 kW a 4 assi, che sono state espressamente progettate per questo genere di servizi. Le carrozze dovranno essere di categoria equivalente almeno alle nB 21-78 o 21-79 (di 1^a classe), oppure nA 11-78 (di 2^a classe), ma a comfort migliorato (climatizzazione).

Va ricordato in proposito che, nel quadro della ormai avviata separazione tra gestore della rete e gestori del trasporto, con messa in gara delle prestazioni di questi ultimi, non può essere esclusa la possibilità che sia l'Ente affidatario del servizio ad acquistare e affittare il materiale rotabile, come già avvenuto sia all'estero che in alcune regioni italiane.

¹⁸ Le E 632 hanno appunto la velocità massima di 160 km/h, mentre le analoghe E 633, attualmente di normale impiego sulle linee cremonesi, hanno un rapporto di trasmissione idoneo per 130 km/h.

6. STIMA DEI COSTI E DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Congruentemente con il livello progettuale di prefattibilità sviluppato per le ipotesi di tracciato sopra descritte, è possibile avanzare una prima stima parametrica del costo dell'opera da *Crema a Peschiera Borromeo*, prendendo a riferimento valori unitari rilevati in opere ferroviarie similari.

Da questa stima, dettagliata in tabella 6, risulta un costo complessivo di circa 325 milioni di Euro per la variante A e 310 milioni di Euro per la variante B.

Detti importi, da intendersi come riferimenti, non comprendono gli oneri di esproprio, l'adeguamento della stazione di Crema e, soprattutto, la connessione con il nodo ferroviario di Milano.

I *tempi di realizzazione*, possono essere stimati in un arco di 6 - 7 anni, comprensivo delle fasi di progettazione ai vari livelli e di espletamento dell'iter approvativi del progetto.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Provincia di Cremona - Politecnico di Milano.
Studi finalizzati alla redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - PTCP ex Lege 142/90.
15 Dicembre 1998.
- [2] Provincia di Milano
Studi di fattibilità di interventi sulla rete infrastrutturale di trasporto pubblico in Provincia di Milano.
Metropolitana Milanese SpA. Marzo 1999.
- [3] Ing. Mario Moretti, Direttore Divisione Infrastruttura delle FS.
Lo scenario programmatico per il riassetto del nodo di Milano.
Intervento al Convegno Assolombarda su: "Sviluppo delle infrastrutture, servizi ferroviari e liberalizzazioni" - Milano, 7 Novembre 2000.
- [4] FS – Divisione Infrastruttura.
Lo scenario programmatico per il riassetto dei collegamenti ferroviari Ticino - Milano.
Losanna, 11 Maggio 2001.
- [5] Comune di Milano - Settore Trasporti e Mobilità.
Documento di indirizzo strategico sugli interventi da prevedersi per il riassetto del Nodo di Milano.
21 Febbraio 2000.
- [5] Ferrovie dello Stato. Divisione Infrastruttura. Milano
Fascicolo Circolazione Linee. Fascicoli 30 e 34.
Edizione aggiornata - Giugno 2001.

8. ALLEGATI

8.1 TABELLE

- Tab. 1. Comuni cremaschi gravitanti sulla direttrice paullese.
- Tab. 2. La Ferrovia Cremona - Crema - Milano e il territorio della Provincia di Cremona.
- Tab. 3. Bacini d'utenza degli instradamenti ferroviari Cremona - Milano, nella Provincia di Cremona.
- Tab. 4. Ferrovia Cremona - Crema - Milano. Tracciato secondo la variante A.
- Tab. 5. Idem. Tracciato secondo la Variante B.
- Tab. 6. Stima costo intervento. Tratta Crema – Peschiera Borromeo.

8.2 TAVOLE E FOTOGRAFIE

- | | |
|--------------------|---|
| Tavola P060-01 | Sviluppo planimetrico della linea Crema - Milano. |
| Fotografia P060-02 | Crema: sede della ferrovia proveniente da Treviglio, ripresa dal PL di Via Indipendenza, in direzione della stazione. |
| Fotografia P060-03 | Ferrovia Crema – Treviglio, ripresa dal PL di Via Indipendenza, in direzione di Treviglio. |
| Fotografia P060-04 | La zona umida del “Moso” di Crema. |
| Fotografia P060-05 | Uno dei punti più caratteristici del “Moso”. |

- Fotografia P060-06 Il Canale Vacchelli in zona Scannabue, dove dovrebbe essere costruito il ponte per la Variante A.
- Fotografia P060-07 Palazzo Pignano: il tracciato passa a nord dell'abitato e della zona archeologica, tenendosi il più possibile discosto da questa.
- Fotografia P060-08 Area a sud dell'abitato di Pandino: localizzazione della stazione.
- Fotografia P060-09 Fra Pandino e Spino d'Adda.
- Fotografia P060-10 Spino d'Adda: area di possibile collocazione della stazione, a sud dell'attuale tracciato della S.S. 415.
- Fotografia P060-11 Il vecchio ponte della S.S. 415 sull'Adda, ripreso da sud, presso il punto individuato per l'attraversamento del fiume. Dietro il vecchio ponte s'intravede il nuovo ponte.
- Tavola P060 – 12 Caratteristiche delle fermate e delle stazioni.
- Tavola P060 - 13 Caratteristiche principali dei treni ad alta frequentazione (TAF).

Prof. Ing. Francesco Perticaroli

P066 - 31 Ottobre 2001

COMUNI CREMASCHI GRAVITANTI SULLA DIRETTRICE PAULLESE

Dati ricavati dagli "Studi finalizzati alla redazione del P.T.C.P." della Provincia di Cremona - Dicembre 1998.

ACI e Comuni	ACI n°	Livello polarità	Livello servizi	Dinamica demografica	Popolazione residente	
					ACI	Comuni
Crema	6	2	1	0	33.331	33.331 100%
ACI n° 4 Bagnolo Cremasco Vaiano Cremasco Monte Cremasco	4	3a 3b 3c	3 4 5	+ + +	11.260	4.386 4.326 1.780 10.492 93%
ACI n° 3 Cremosano Trescore Cremasco	3	3c 3c	5 4	+ +	12.344	1.126 2.271 3.397 28%
ACI n° 2 Dovera Palazzo Pignano Pandino Spino d'Adda	2	3b 3b 3a 3a	4 5 2 4	+ ++ + +	22.449	3.329 3.480 7.486 5.608 19.903 89%
Totale popolazione interessata					79.384	67.123 84,6%
Incidenza rispetto al Circondario cremasco					56%	47,5%

Popolazione residente: nel 1996.

Circondario cremasco = 141.311 abitanti.

Dinamica demografica: nel periodo 1991 - 1996.

La Ferrovia Cremona - Crema - Milano e il territorio della Provincia di Cremona

Riferimenti: vd. tabella 1.

ACI e Comuni	ACI n°	Livello polarità	Livello servizi	Dinamica demografica	Popolazione residente	
					ACI	Comuni
Circondario cremonese						
Cremona	14	1	1	+	90.549	72.339
Olmeneta	15	3c	5	-	4.585	942
Casalbuttano e U.	13	3b	2	-	7.222	4.133
Soresina	11	3a	1		17.785	8.742
Totale abitanti					120.141	86.156
Incidenza (Circondario)					78,2%	56,1%
Circondario cremasco						
Castelleone	9	3a	1	+	13.818	8.889
Madignano	9	3b	5	+		2.550
Crema - Adda (vd. tabella 1)	6-4-3-2				79.384	67.123
Totale abitanti					93.202	78.562
Incidenza (Circondario)					66,0%	55,6%
Totale abitanti					213.343	153.279

Circondario cremonese = 153.640 abitanti.

Circondario cremasco = 141.311 abitanti.

Tabella 3

**Bacini d'utenza degli instradamenti ferroviari Cremona - Milano,
nella Provincia di Cremona**

Linee	Popolazione residente		
	nei Circondari o nella Provincia	servita dalla ferrovia	
		abitanti nelle ACI	%
Cremona - Codogno - Milano			
Nel Circondario cremonese (vd. P047 - tabella 9 e par. 8.1)	153.640	101.130	65,8
Nella Provincia di Cremona	331.474	101.130	30,5
Cremona - Treviglio - Milano			
Nel Circondario cremonese	153.640	120.141	78,2
Nel Circondario cremasco	141.311	59.493	42,1
Nella Provincia di Cremona	331.474	179.634	54,2
Nuova Cremona - Crema - Milano			
Nel Circondario cremonese	153.640	120.141	78,2
Nel Circondario cremasco	141.311	93.202	66,0
Nella Provincia di Cremona	331.474	213.343	64,4

Ferrovia Cremona - Crema - Milano**Tracciato secondo la Variante A**

Località		Posti di Blocco (n°)	Distanze (km)	
			Progressive	Parziali
Crema	PM	1	0,000	
Vaiano - Bagnolo	F	-	8,176	8,176
Palazzo Pignano	PM	2	10,906	2,730
Pandino	F	-	13,720	2,814
Spino d'Adda	PM	3	18,666	4,946
Zelo Buon Persico	PC	4	24,432	5,766
Paullo	F	-	25,869	1,437
Mediglia - "Cerca"	PM	5	28,294	2,425
Peschiera Borromeo	F	-	32,851	4,557

PM = Posto di Movimento (stazione con binario di precedenza)

PC = Posto di Comunicazione (stazione con semplici comunicazioni pari/dispari)

F = Fermate

P066

Ferrovia Cremona - Crema - Milano**Tracciato secondo la Variante B**

Località		Posti di Blocco (n°)	Distanze (km)	
			Progressive	Parziali
Crema	PM	1	0,000	
Bivio Treviglio	PM ¹	2	3,000	3,000
Palazzo Pignano	PC	3	9,813	6,813
Pandino	F	-	12,627	2,814
Spino d'Adda	PM	4	17,573	4,946
Zelo Buon Persico	PC	5	23,339	5,766
Paullo	F	-	24,776	1,437
Mediglia - "Cerca"	PM	6	27,201	2,425
Peschiera Borromeo	F	-	31,758	4,557

Riferimenti: vd. tabella 1.

P066

¹ Semplice bivio a raso, in linea.

STIMA COSTO INTERVENTO
(importi in milioni di Euro)

Tratta Crema - Peschiera Borromeo

Voce	Soluzione A	Soluzione B
Sede ferroviaria, opere d'arte, finiture di stazione	195.0	185.0
Armamento, impianti elettrici, segnalamento e telecomunicazioni	68.5	66.5
Totale 1	263.5	251.5
Progettazione, direzione lavori, collaudi, prove e sondaggi, imprevisti	32.0	30.5
Totale 2	295.5	282.2
IVA 10%	29.5	28.2
Totale generale	325.0	310.2



P060-02 – Crema: sede della ferrovia da Treviglio, ripreso dal PL di via Indipendenza in direzione della stazione. La sede dovrebbe essere allargata sui due lati per realizzare il secondo ed eventualmente il terzo binario.



P060-03 – Ferrovia Treviglio–Crema–Cremona, ripresa in direzione di Treviglio nella zona del bivio previsto con la variante di tracciato A.



P060-04 – Zona del Moso, attraversata dal tracciato della variante A.



P060-05 – Uno dei punti più caratteristici del Moso, presso la sorgente della Madonna del Cucù, salvaguardato dal tracciato della nuova ferrovia (variante A).



P060-06 – Il Canale Vacchelli ripreso dal ponte della S.P. n. 71, in località Villa Merlata: nelle vicinanze andrebbe costruito il ponte della ferrovia nella variante A.



P060-07 – Palazzo Pignano: il tracciato passa a nord dell'abitato e della zona archeologica, tenendosi il più possibile discosto da questa.



P060-08 – Area a sud dell'abitato di Pandino: localizzazione della stazione.



P060-09 – Fra Pandino e Spino d'Adda.



P060-10 – Spino d'Adda: area di possibile collocazione della stazione, a sud dell'attuale tracciato della S.S. n. 415.



P060-11 – Il vecchio ponte sull'Adda della S.S. n. 415 e il nuovo ponte (che s'intravede dietro il vecchio), ripresi da sud, presso il punto individuato per l'attraversamento del fiume.