

La locomotiva Diesel-elettrica Marelli-Reggiane per le Ferrovie del Sud-Est

La locomotiva Diesel-elettrica Marelli-Reggiane per le Ferrovie del Sud-Est

Dr. Ing. ALBERTO MANZONI

SOMMARIO - Nel quadro dell'ammodernamento della rete delle ferrovie italiane in concessione, è entrato recentemente in servizio sulle linee a scartamento normale delle Ferrovie del Sud-Est un gruppo di 18 locomotive Diesel-elettriche di costruzione Marelli-Reggiane della potenza installata di 825 CV, destinate a svolgere servizio di linea passeggeri e merci e servizio di manovra.

Le locomotive sono a cavigli con rodiggio Bo-Bo, a due cabine di guida, e dotate di un motore Diesel sovralimentato a 18 cilindri. La potenza al caviglio è di 820 CV che si esercita in servizio orario alla velocità di 20 km/h con uno sforzo di trazione di 8800 kg, mentre la velocità massima è di 60 km/h. Il peso in ordine di marcia, compresa la caldaia per il riscaldamento delle carriere del convoglio, è di 82 t con un carico per asse di 13 t.

L'equipaggiamento elettrico di trazione è composto da una generatrice principale, accoppiata direttamente al motore Diesel, che alimenta quattro motori di trazione del tipo sospeso a naso e permanentemente collegati in parallelo. L'apparecchiatura di regolazione, del tipo Marelli-Autolenti con scaltatore speciale a tre avvolgimenti e un regolatore automatico del motore Diesel Woodward tipo PU, consente la più efficace utilizzazione di tutta la potenza erogata dal motore stesso.

L'equipaggiamento elettrico ausiliario è a corrente continua alla tensione di 72 V. Un sistema di protezione tiene sotto controllo i principali organi del motore Diesel e dell'equipaggiamento elettrico intervenendo automaticamente in caso di avaria.

Introduzione

In applicazione della legge 2 agosto 1952 n. 1231 sul potenziamento delle ferrovie in regime di concessione, le Ferrovie del Sud-Est S.p.A. hanno ordinato alla Ditta Marelli & C. S.p.A. ed alla Reggiane Officine Meccaniche Italiane S.p.A. n. 18 locomotive Diesel-elettriche della potenza installata di 825 CV. Tale ordinazione rientra nel piano di ammodernamento delle ferrovie secondarie italiane che prevede la integrale elettrificazione delle linee non elettrificate, della trazione a vapore con la trazione Diesel.

Le Ferrovie del Sud-Est sono tra le più importanti ferrovie concesse all'industria privata; si estendono in prevalenza nella penisola italiana con una estensione complessiva di 475 km, e sono rannicciate alle Ferrovie d'Alto Adige con i 4 tronconi di Bari C.le, Francavilla P., Lecce e Taranto P.S., che fungono anche da stazioni comuni.

La rete è ripartita in 7 linee tutte annesse al servizio cumulativo italiano ed internazionale e, oltre a collegare direttamente i 9 Capoluoghi di Bari, Taranto e Lecce, serve altri 23 Comuni, cioè circa il 40,4% del Comune delle 4 province meridionali pugliesi compresa quella di Brindisi, con un territorio di circa 3.100 kmq e una popolazione di circa 1.350.000 abitanti.

I tronconi al servizio parte in piano e parte in pendenza, questi ultimi sotto il profilo altimetrico presentano percorsi particolarmente accidentati nei quali, per ottenere la migliore utilizzazione della potenza erogata dal motore Diesel, si richiede una macchina dotata della

massima flessibilità di servizio, quale è appunto una delle peculiari caratteristiche del tipo di locomotiva Diesel-elettrica appositamente costruita.

Questa locomotiva destinata a svolgere servizi di linea per treni viaggiatori e treni merci, e servizi di manovra, rientrano per le loro caratteristiche in quella categoria che gli americani definiscono « all service ». Esse infatti possono trascinare treni merci fino a 230 t su pendenze del 27‰ alla velocità di 20 km/h, e su linee pianeggianti, alla velocità di 60 km/h, treni viaggiatori formati da convogli di 8 carrosse a sei assi della capacità di 60 posti a sedere ciascuna, attualmente in uso sulla rete.

La messa in servizio delle nuove locomotive ha avuto inizio nel mese di ottobre 1955, e la consegna di tutte le unità è stata completata nel febbraio 1956.



Fig. 1 - La locomotiva Diesel-elettrica per le Ferrovie del Sud-Est.

1 - Generalità

La realizzazione delle macchine è stata effettuata secondo la seguente ripartizione.

L'equipaggiamento elettrico di trazione è stato progettato e costruito dalla *Essele Marvelli & C. S. p. A.*, avvalendosi della esperienza già effettuata in questo campo dall'Alstom e Westinghouse Electric Co. s.

La parte veicolare è di progettazione e costruzione della *Reggiane Officine Meccaniche Italiane S. p. A.* di Reggio Emilia, mentre il motore Diesel è stato costruito sempre dalle Reggiane su licenza della Ditta MAN di Augsburg (Germania).

La locomotiva è a scartamento normale, di tipo bidirezionale con due cabine di guida alle estremità ed un unico motore Diesel installato nel comparto macchine al centro del veicolo.

Il veicolo è del tipo Bo-Bo ad aderenza totale con due carrelli a due assi-motori ciascuno.

La potenza installata è di 825 Cv, con un « net input » per la trazione di 770 Cv alla generatrice principale da cui ne deriva una potenza resa ai cerchioni di oltre 620 Cv.

Sul valore del rendimento complessivo della trasmissione elettrica giova a questo punto osservare i valori determinati sperimentalmente per tutto l'equipaggiamento:

	Rendimento statico	Rendimento carichi max. trasmissione intermedia	Rendimento carichi max. trasmissione supremazia
Generatrice principale	0,928	0,931	0,931
Motori trazione	0,980	0,913	0,918
Ingranaggi	0,955	0,975	0,975
Rendimento totale trasmissione	0,914	0,879	0,897

Come è facile rilevare, sono valori ottimi di rendimento per macchine di queste dimensioni che difficilmente possono essere raggiungibili con altri tipi di trasmissioni specie di tipo idraulico. Quanto sopra è del resto conforme a quanto ampiamente esposto nell'interessante articolo degli Ing. F. Caspegnone e V. Branciani nel n. 11, novembre 1959, di « *Ingegneria Ferroviaria* » a proposito delle locomotive Diesel, Gruppo 341 e 342 della Ferrovie dello Stato.

Il peso della locomotiva completa in ordine di marcia, a 2/3 di accorte e compresa la caldaia per il riscaldamento del treno, è di 52 t, a cui corrisponde quindi un carico per asse di 13 t, limite di peso imposto dal Cliente e nel quale i costruttori, grazie agli accorgimenti introdotti, hanno saputo contenere la macchina.

L'equipaggiamento elettrico è in grado di svolgere la piena potenza in servizio orario a partire dalla velocità di 20 km/h ed in servizio continuo dalla velocità di 25 km/h, fino alla velocità massima di 80 km/h. Lo sforzo di trazione in servizio orario è di 8.400 kg; lo sforzo di trazione massimo all'accelerazione è di 14.000 kg e corrisponde ad una aderenza del 27%.

La locomotiva è dotata di equipaggiamento pneumatico di frenatura automatico e diretto, sistema Westinghouse, tipo Ireda F. S.

Nel comparto macchine è pure installata una caldaia a vapore, automatica, funzionante a nafta per il riscaldamento del treno.

Il veicolo rientra nella seconda limite italiana e nella seconda limite definita in sede internazionale dall'« *Office International des Poids et Mesures* » (OIP) B 13, mentre, per quanto riguarda le caratteristiche, può rientrare nella Classe « c » dell'equipaggiamento studiato da detta organizzazione per il materiale Diesel standard.

2 - Dati caratteristici principali

Scartamento	1.435 mm
Rodiggio	Bo-Bo

Dimensioni locomotive

Lunghezza tra i reggimenti	13.240 mm
Lunghezza della cassa	12.390 mm
Larghezza della cassa	3.000 mm
Altezza del tetto dal piano del ferro (in ordine di marcia, con 2/3 di accorte)	3.900 mm
Interasse carrelli	7.000 mm
Passe carrelli	3.000 mm
Diametro ruote (a cerchioni nuovi)	1.000 mm
Diametro motore (alla massima usura dei cerchioni)	840 mm

Rapporto di trasmissione	14/57
Passo minimo (contatto ingranaggi) dal piano del ferro a cerchioni nuovi	145 mm
Passo minimo (contatto ingranaggi) dal piano del ferro a cerchioni usati	115 mm
Raggio minimo di curvatura	80 m

Pesi

Parte meccanica, ausiliari del Diesel ed impianto riscaldamento	32.500 kg
Motore Diesel (a secco)	3.100 kg
Parte elettrica	13.500 kg
Peso della locomotiva (peso riferimento)	49.100 kg

Equipaggiamento elettrico di trazione

1 Generatrice principale tipo MCL440000	3.400 kg
1 Generatrice ausil. eccitatrice tipo Y48C32-V48C32	440 kg
4 Motori di trazione tipo MCT80000	8.016 kg
4 Coppie di ingranaggi	1.000 kg
2 Rettilificatori, motori di trazione tipo LM545-V30H15	300 kg
1 Apparecchiatura di comando e regolazione « Marvelli-Westinghouse » tipo « Autokod »	400 kg
1 Regolatore Woodward tipo PG	50 kg
1 Serie cavi	840 kg
Materiale di montaggio e diversi	500 kg
Totale	13.500 kg

Rifornimenti

Nafta	1.700 kg
Olio	150 kg
Acqua	1.800 kg
Sabbia	200 kg

Ricarico per locomotiva

Senza rifornimenti	48.400 kg
In ordine di marcia a 120 di rifornimenti	52.000 kg
A pieno rifornimento	58.250 kg

Potere

Potenza nominaria al banco del motore Diesel a 1400 g/l'	920 Cv
Potenza continuativa del motore Diesel in servizio a 1200 g/l' a 200 m s.l.m. ed a 30 °C, corrispondente alla potenza resa di 620 Cv al cerchione	825 Cv
Potenza per la trazione (s.m.i.-input)	770 Cv

Prestazioni dell'equipaggiamento oleo, di trazione (fig. 2)

Potenza al cerchione 620 Cv in servizio orario	da 20 a 25 km/h
Potenza al cerchione 620 Cv in servizio continuo	da 23 a 70 km/h
Velocità max. della locomotiva	80 km/h
Storzo di trazione in serv. orario	8.400 kg
Storzo massimo di tras. all'avviamento	14.000 kg

Autonomia

Sulle linee pianeggianti con velocità media non inferiore ai 45 km/h e con utilizzazione media del 9/10 della potenza continuativa, l'autonomia prevista non è inferiore ai 600 km

La disposizione adottata per le diverse parti costituenti l'equipaggiamento è rappresentata nello schema in fig. 3.

3 - Parte meccanica

A) Cassa della locomotiva

La cassa della locomotiva è costituita da un robusto telaio in profilati a lamiera d'acciaio tra di loro saldati elettricamente, al quale sono intimamente collegate le strutture delle fiancate e delle testate, formando in tal modo un sistema pienamente solido di fronte a tutte le sollecitazioni.

La cassa è composta dalle due cabine di guida in mezzo alle quali si trova il comparto macchine.

Ciascuna cabina di guida (fig. 4) ha un posto di manovra situato sulla mano sinistra di marcia. Ad ogni cabina si accede da una porta disposta sul lato destro, mentre una porta di testata costituisce l'intercomunicante con le altre carosane del convoglio. Una porta sulla parete divisoia posteriore mette in comunicazione ogni cabina con il comparto macchine assicurando quindi anche la possibilità di spostarsi da una cabina all'altra.

Sia il ciclo che la parete divisoia delle cabine sono opportunamente isolati termicamente ed acusticamente, ed il livello sonoro ottenuto in essi risulta particolarmente basso.

Tra una delle due cabine ed il comparto macchine è disposto l'armadio delle apparecchiature che è dotato di angoli portili e facilmente ispezionabile in tutte le sue parti dalla cabina stessa. In tale cabina è pure previsto un armadietto a disposizione del personale di guida.

Nel comparto macchine (fig. 5) sono installati:

- il gruppo elettrogeno costituito da: motore Diesel completo dei suoi accessori (regolatore, turbocompilarie, pompa acqua-olio, filtri) direttamente accoppiato alla generatrice principale con il gruppo excitatrice-generatrice ausiliaria;

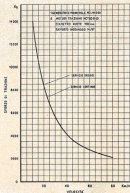


Fig. 2 - Prestazioni della locomotiva.

- i radiatori del Diesel;
- la caldaia riscaldamento treno, con il relativo gruppo motopompa ed i serbatoi dell'acqua e del combustibile;
- i ventilatori dei motori di trazione;
- il compressore dell'aria;
- la batteria di accumulatori.

Il comparto macchine è illuminato da 6 ampi oblii a vetro fissi disposti sulle fiancate laterali.

Il tetto del compartimento macchine è suddiviso in due sezioni e può essere facilmente rimosso (v. fig. 6) per lo smantaggio del gruppo elettrogeno e della caldaia di riscaldamento. Pure in corrispondenza dell'armadio apparecchi è stata prevista una sezione asportabile del tetto per l'installazione dell'installazione dell'apparecchiatura di comando completa.

Sotto il piano del telaio sono alloggiati il serbatoio del combustibile per il Diesel, i serbatoi dell'aria compressa e la caldaia di preriscaldamento del Diesel.

Alle testate del telaio sono applicati gli organi di trazione a regolazione del tipo normale adottato dalle Ferrovie Italiane dello Stato e gli accoppiatori per il freno ad aria compressa e per il riscaldamento.

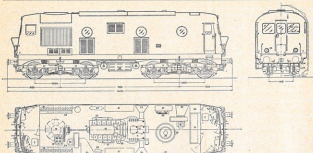


Fig. 3 - Vista longitudinale e frontale della locomotiva e vista in pianta con la disposizione delle parti principali.

DENOMINAZIONE DELLE PARTI PRINCIPALI

- | | | | |
|----------------------------|---|------------------------------------|---|
| 1 Banco di comando | 12 Gruppo generatore ausiliario-ventilatore | 21 Filtro olio | 29 Elettropompa caldaia riscaldamento treno |
| 2 Sedile | 13 Turbocompressore | 22 Filtro acqua | 31 Serbatoio acqua riscaldamento treno |
| 3 Controller principale | 14 Regolatore Woodward | 23 Scambiatore di calore | 32 Serbatoio acqua riscaldamento treno |
| 4 Freno automatico | 15 Ventilatori motori di trazione | 24 Radiatori | 33 Pannello controllo riscaldamento treno |
| 5 Pedale salditore | 16 Compressore aria | 25 Serbatoio aria | 34 Filtro aria motori di trazione e generatore principale |
| 6 Freno a mano | 17 Motori di trazione | 26 Caldaia preriscaldamento Diesel | 35 Ripartiglio |
| 7 Rivelatori | 18 Radiatori acqua Diesel | 27 Elettropompa acqua | 36 Parti |
| 8 Armadio appoggiaspazzini | 19 Ventilatori radiatori | 28 Caldaia riscaldamento treno | |
| 9 Motori Diesel | 20 Elettropompa di lubrificazione | | |

B) Carrelli

I carrelli sono del tipo a traversa oscillante con due stadi di sospensione verticale, primaria e secondaria. La sospensione primaria della traversa oscillante è realizzata da molle a balista, mentre la sospensione secondaria delle boccole da molle ad elica. Le boccole sono munite di cuscinetti a rulli.

Il carrello, la cui vista esterna risulta nella fig. 7, è costituito da un telaio e da una traversa formati da lamiere e profilati saldati in modo da costituire sezioni e scatolari robuste e leggere.



Fig. 4 - Colonna di guida.

La cassa appoggia sulla traversa oscillante mediante i pattini laterali posti in vicinanza delle molle di sospensione, in modo da non creare apprezzabili flessioni verticali nel corpo della traversa oscillante.

La rotazione tra cassa e traversa è guidata da un perno munito di anello sferrico. Il sistema consente di rendere sufficientemente smorzati i moti di sorreggia, limitando nel contempo il consumo dei bordini.

I servomotori ausiliari ed i cilindri del freno sono disposti sul carrello.

Come più oltre descritto, la locomotiva è dotata di freno ad aria compressa automatico e diretto; conseguentemente ogni ruota della locomotiva è provvista di proprio cilindro freno che, attraverso due leve e due tiranti, trasmette la forza frenante a due ceppi doppi per ruota.

La semplicità del leveraggio, derivante dal fatto che per ogni ruota è disposto un cilindro freno, riduce grandemente i punti da lubrificare per cui, data la disposizione adottata per il telaio del carrello, sia il richiamo dei giochi che la lubrificazione delle articolazioni ed il ricambio dei ceppi ne sono facilitati.

Gli assi esterni dei due carrelli sono provvisti di dispositivo di lubrificazione; sui carrelli sono pure disposti i servomotori della salda e i relativi eiettori.

La sospensione dei motori di trazione è del tipo a naso. Il naso di ciascun motore si collega alla mensola di sostegno del carrello mediante un pacco elastico costituito da molle elicoidali montate su apposito telaio di guida.

4 - Parte termica

A) Caratteristiche principali del motore Diesel

Motore a Reggiane s. Isonza MAN, tipo L12V 17,5/21 B la cui caratteristiche principali sono le seguenti:

- Tempi 4
- Potenza nominativa . . . 828 Cv
- Velocità di funzionamento corrispondente . . . 1.500 giri/min
- Numero cilindri 12 a V
- Corsa 210 mm
- Alaggio 175 mm
- Peso del motore a secco 2.000 kg
- Sovralimentazione: con turbocompattante a gas di scarico.
- Consumo netto a potenza continua: 172 gr/cv.h $\pm$ 10%.
- Consumo olio lubrificante: 5 gr/cv.h $\pm$ 10%.

Le curve caratteristiche del motore sono indicate nella fig. 8.

Questi valori si riferiscono alle Norme internazionali UIC per le applicazioni ferroviarie.

B) Descrizione del motore Diesel

L'installazione comprende il supporto dell'albero a gomiti e dell'albero a camme, formando in elevazione, due alle testate dei cilindri, un'unica struttura fusa in lega leggera.

Le sollecitazioni indotte nell'installazione stessa dalla pressione esercitata nei cilindri sono sopportate da opportuni tiranti.

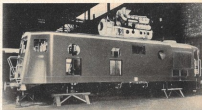


Fig. 6 - Montaggio del gruppo Diesel-generatore principale nella cassa della locomotiva.

Lungo il fianco sono disposte lateralmente larghe aperture per una comoda ispezione agli organi interni del motore e per permettere lo smontaggio e la sostituzione dei cuscineti delle teste di biella.

Alla parte inferiore dell'installazione è collegata una coppa di notevole capacità per la raccolta dell'olio di lubrificazione.

Le testate dei cilindri, in ghisa speciale, sono muniti dell'alto dell'installazione e premute nelle loro sedi dalle testate dei cilindri stessi.

L'albero a gomiti in acciaio speciale, indurito alla fiamma in corrispondenza ai cuscineti, è portato da 7 cuscineti di banco con grana in acciaio rivestito di bronzo al piombo: di tali cuscineti, quello centrale funziona da supporto reggiplatina. Al fine di ridurre il peso, l'albero a gomiti è forato in tutta la sua lunghezza.

L'olio lubrificante, attraverso dei radiatori, passa alle bielle ed ai cuscineti del piede di biella.

Il pistone è in lega leggera ed è munito di quattro anelli elastici per la tenuta, mobile, nella parte inferiore, di due rassicia olio doppi in ghisa speciale.

Lo allungamento dei pistoni dai cilindri si effettua verso l'alto dopo aver smontati i bulloni dei cuscineti di biella e le testate dei cilindri.

Il condotto di aspirazione dell'aria è disposto tra le due file di cilindri. Ogni fila possiede il proprio tubo di scarico, che rimane in posto anche quando si effettua lo smontaggio delle bielle dai cilindri.

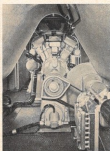
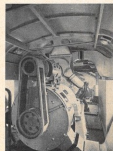


Fig. 8 - Comparto macchina.

a) Vista lato generatore principale.

b) Vista lato radiatori Diesel.



Fig. 7 - Carrello completo con motori di trazione.

Le bielle in acciaio speciale, sono forate in tutta la loro lunghezza per l'addebiolimento dell'olio di lubrificazione al cuscinetto (in bronzo speciale) del piede di biella.

I cuscinetti delle testate di biella sono in acciaio e rivestiti in bronzo al piombo indurizzato. Le teste dei cilindri, in un sol pezzo di lega leggera, sono fissate alla incastellatura, ciascuna a mezzo di quattro perigonieri. Ognuna di esse è munita di due valvole di aspirazione e di due di scarico, dell'iniettore, della precamera e di una valvola di decompressione.

Il comando delle valvole di aspirazione e di scarico viene realizzato a mezzo di camme, punterie e leve a bilanciere, dall'albero di distribuzione disposto nella mezzanità del motore e azionato dagli ingranaggi posti sull'albero a gomiti lato accoppiamento. La pompa di iniezione del combustibile è sistemata fra le due file di cilindri ed è comandata dall'albero di distribuzione a mezzo di ingranaggi.

Il regolatore del tipo Woodward P6 (descritto più oltre) prende il comando, attraverso una coppia conica di ingranaggi, direttamente dall'albero motore.

Allo scopo di sottrarre il motore a qualsiasi deformazione che possa aver luogo nel telaio della locomotiva, nonché di impedire la trasmissione di vibrazioni, esso è rigidamente fissato, insieme con la generatrice principale, ad un telaio ausiliario il quale è collegato al telaio della locomotiva per mezzo di una serie di tamponi di gomma.

C) Servizi ausiliari ed accessori del motore Diesel

a) Dispositivo di avviamento

Il Diesel è avviato elettricamente dalla generatrice principale funzionante come motore, con alimentazione dalla batteria di accumulatori di bordo.

Il comando d'avviamento è fatto dai banchi di manovra mediante pulsanti.

b) Circuito periferico

Per facilitare l'avviamento del Diesel in condizioni di temperatura esterna particolarmente rigida è installato un impianto di preriscaldamento mediante caldaialetta a nafta Webasto.

Questa è munita di pompa propria ed è comandata da una apparecchiatura semi automatica. La pompa fa circolare l'acqua calda in tutto l'impianto di refrigerazione del Diesel oltre che in una apposita serpentina disposta nel fondo del cuneo del motore in modo da riscaldare direttamente l'olio in esso contenuto.

c) Alimentazione aria

Il Diesel è sovralimentato a mezzo di turbosovfiante azionato dal gas di scarico.

La turbina alimentata dai gas di scarico del motore e la soffiante per la sovralimentazione sono costituite in un solo gruppo ed hanno le giunzioni disposte sullo stesso albero.

Il funzionamento della turbosovfiante di sovralimentazione si adatta automaticamente alle esigenze del carico del motore rendendo così superflua ogni regolazione della sovralimentazione stessa.

Il motore ha le tubazioni di scarico, suddivise in vari elementi, ciascuna comprendente tre cilindri.

Allo scopo di alimentare il motore con aria sufficientemente pura e, d'altra parte, di evitare l'aspirazione dell'interno della cassa, si è ricorsi all'impiego di filtri a piastra metallica, a superfici abete, collocati nella parte superiore delle fiancate della locomotiva.

La sufficiente altezza delle prese d'aria rispetto al piano del ferro garantisce un basso tenore di polvere nell'aria aspirata.

Ogni filtro, agevolmente ispezionabile e smontabile dall'esterno, è raccordato alla rispettiva presa d'aspirazione della turbosovfiante attraverso una tubazione di lamiera di buone caratteristiche fluidodinamiche; in ciascuna condotta

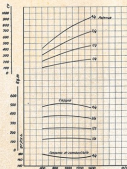


Fig. 8 - Curve caratteristiche del motore Diesel - Reg. giomo L 12 V 13,5/21 B.

di aspirazione è inserito un breve manico per consentire tutti i possibili leggeri spostamenti relativi tra cassa e motore.

Il filtro dell'aria è del tipo a labirinto ed è costituito da una casacca contenente 4 piastre con strati filtranti ad alta efficienza.

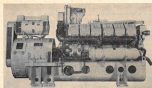


Fig. 9 - Gruppo elettropompa completa (vista laterale).

Le piastre filtranti sono smettate con liquido inumidante speciale ed olio per motori e le particelle proiettate dai moti vorticosi dell'aria nei labirinti aderiscono alle superfici delle piastre stesse. Queste vengono periodicamente pulite e rifornite d'olio.

d) Alimentazione combustibile

Il serbatoio per il combustibile è posto sotto il telaio della locomotiva, fra i due cunei. È completamente indipendente dal rimanente delle strutture ed è quindi facilmente ispezionabile.esso ha una capacità di 1800 kg di nafta ed è dotato di bocchetta laterale per il rifornimento. Per impedire lo sbruttamento della nafta sono disposti all'interno numerosi diaframmi.

La nafta viene aspirata dal serbatoio per mezzo di una elettropompa, passa attraverso una valvola di sicurezza e giunge alla pompetta di alimentazione posta nel motore dalla quale, attraverso i filtri, giunge alla pompa di iniezione.

La nafta in eccesso viene fatta riaffluire al serbatoio.

e) Lubrificazione

Dalla coppa del motore, per mezzo di una pompa riduttiva ad ingranaggi, l'olio viene mandato ad uno scambiatore di calore nel quale circola l'acqua di raffreddamento del motore.

Dopo la refrigerazione, l'olio passa al filtro, composto di elementi filtranti doppi contenitori in un unico involucro. Il primo elemento filtrante di prelubrificazione è del tipo auto-clear; il secondo è in rete e filtro.

L'olio lubrificante, attraversando la tubazione principale, arriva ai cuscinetti dell'albero a camme, entra nei supporti dell'albero a gomiti e, attraverso i fori di questo ultimo, raggiunge i cuscinetti della testa e del piede di biella. I pistoni del motore sono lubrificati a schiumamento. Una valvola regolatrice tarabile limita la pressione nella tubazione dell'olio lubrificante affluente ai cuscinetti.

Una apposita elettropompa assicura la prelubrificazione del motore Diesel che non può essere avviato se prima non è stata messa in moto detta elettropompa di prelubrificazione.

La macedonia serve anche, all'occorrenza, per lo svuotamento della coppa dell'olio.

Il livello massimo e minimo dell'olio lubrificante è verificabile a mezzo di una manica graduata. Il circuito di lubrificazione, unitamente a quello di raffreddamento, è rappresentato nella fig. 11.

f) Raffreddamento

L'impianto di raffreddamento è del tipo a regolazione automatica ed è sistemato entro il comparto macchina in vicinanza di una delle valvole di guida.

Consiste di due gruppi di radiatori disposti sulle fiancate laterali della locomotiva e di un ventilatore elicoidale ad asse verticale installato sull'imperiale. Gli elementi dei radiatori sono singolarmente smontabili anche quando tutto il complesso è installato sulla locomotiva.

L'aria è aspirata dall'esterno attraverso i radiatori, e, convogliata mediante apposite condotte, è espulsa dal ventilatore verso l'alto.

Il ventilatore è azionato da un comando idraulico a regolazione termostatica: la velocità della girante può variare, automaticamente, a seconda della temperatura dell'acqua, da zero al valore massimo.

Il sistema di regolazione è completato dalle perniere poste di fronte ai radiatori che si chiudono automaticamente, a bassa temperatura dell'acqua, impedendo la dispersione di calore dai radiatori.

L'acqua di raffreddamento viene fatta circolare da una pompa centrifuga montata sul motore e comandata tramite un ingranaggio dall'albero a gomiti: nel motore l'acqua circola attraverso il blocco e le teste dei cilindri.

Come già detto, nel circuito di refrigerazione è inserita la caldaialetta autonoma di preriscaldamento dell'acqua per l'avviamento del motore Diesel in condizioni di temperatura particolarmente rigida.

g) Dispositivo di scarico

La scarica dei gas combusti è effettuata attraverso il tetto a mezzo di uno speciale dispositivo rigidamente collegato alla flangia del condotto di scarico del turbo compressore.



Fig. 10 - Gruppo elettropompa completa (vista di 3/4 lato regolatore Woodward).

Uno spazio sufficiente consente piccoli spostamenti fra il dispositivo di scarico ed una candela analore fissata alla parte centrale del tetto della locomotiva.

Per impedire l'entrata di acqua piovana nell'interno del turbocompressore, due valvole leggerissime si chiudono automaticamente quando manca l'afflusso dei gas.

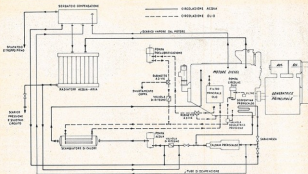


Fig. 11 - Schema dei circuiti di refrigerazione dell'acqua e dell'olio di lubrificazione del motore Diesel.

L'acqua che penetrasse attraverso lo spazio anulare compreso tra il dispositivo di surico e la camera fissa cade in una coppa di lamiera, dalla quale viene scaricata, attraverso apposita tubazione.

b) Comandi

Come verrà più avanti descritto dettagliatamente, il Diesel è controllato dal regolatore Woodward che riceve il comando dai controller disposti in ciascuna cabina di guida. Il regolatore realizza 5 posizioni di marcia del Diesel a ciascuna delle quali corrisponde un ben definito valore della velocità di funzionamento e della potenza erogata. Le 5 posizioni di marcia del motore sono rappresentate nella fig. 12.

Sul regolatore è pure installato un pulsante che consente l'arresto del motore Diesel dal compartimento macchina senza far ricorso al dispositivo installato nelle cabine di guida.

D) Dispositivi di controllo e protezione del motore Diesel

Gli elementi essenziali di funzionamento del motore e delle sue apparecchiature ausiliarie sono stati messi sotto controllo, secondo un sistema di protocolli qui descritto.

— **Olio di lubrificazione:** quando si verifica la mancanza di pressione dell'olio si ha l'arresto del motore comandato direttamente dal regolatore Woodward.

Contemporaneamente si accende sul pannello dell'armadio apparecchi una lampada di segnalazione a luce rossa.

— **Acqua di raffreddamento:** quando il livello dell'acqua nel serbatoio si abbassa sotto il valore normale, si accende su ciascun banco di manovra una lampada di segnalazione a luce rossa.

Quando la temperatura supera il valore massimo di circa 80 °C, si ha l'apertura del circuito principale di trazione ed il Diesel funziona senza carico alla velocità minima.

Contemporaneamente si accende sul pannello dell'armadio apparecchi una lampada di segnalazione a luce rossa.

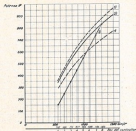


Fig. 12 - Prestazioni del motore Diesel con indicazione delle 5 posizioni di funzionamento.

- | | |
|--|--|
| 1) Curva di potenza massima del motore; | 3) Curva di potenza ridotta dalla regolazione; |
| 2) Curva di potenza massima utilizzata del motore; | 4) Curva di potenza ridotta del motore. |

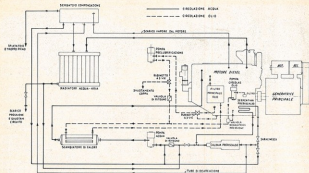


Fig. 11 - Schema del circuito di refrigerazione dell'acqua e dell'olio di lubrificazione del motore Diesel.

L'acqua che penetra attraverso lo spazio anulare compreso tra il dispositivo di scarico e la camera fissa cade in una coppa di lamiera, dalla quale viene scaricata, attraverso apposita tubazione.

b) Comandi

Come verrà più avanti descritto dettagliatamente, il Diesel è controllato dal regolatore Woodward che riceve il comando dai controller disposti in ciascuna cabina di guida. Il regolatore realizza 8 posizioni di marcia del Diesel a ciascuna delle quali corrisponde un ben definito valore della velocità di funzionamento e della potenza erogata. Le 8 posizioni di marcia del motore sono rappresentate nella fig. 12.

Sul regolatore è pure installato un pulsante che consente l'arresto del motore Diesel dal compartimento macchina senza far ricorso al dispositivo installato nelle cabine di guida.

c) Dispositivi di controllo e protezione del motore Diesel

Gli elementi essenziali di funzionamento del motore e delle sue apparecchiature ausiliarie sono stati messi sotto controllo, secondo un sistema di protezioni qui descritto.

— Olio di lubrificazione: quando si verifica la mancanza di pressione dell'olio si ha l'arresto del motore comandato direttamente dal regolatore Woodward.

Contemporaneamente si accende sul pannello dell'armadio apparecchi una lampada di segnalazione a luce rossa.

— Acqua di raffreddamento: quando il livello dell'acqua nel serbatoio si abbassa sotto il valore normale, si accende su ciascun banco di manovra una lampada di segnalazione a luce rossa.

Quando la temperatura supera il valore massimo di circa 90 °C, si ha l'apertura del circuito principale di trazione ed il Diesel funziona senza carico alla velocità minima.

Contemporaneamente si accende sul pannello dell'armadio apparecchi una lampada di segnalazione a luce rossa.

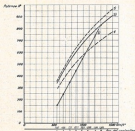


Fig. 12 - Prestazioni del motore Diesel con indicazione delle 8 posizioni di funzionamento.

- 1) Curva di potenza massima del motore;
- 2) Curva di potenza massima utilizzata dal regolatore;
- 3) Curva di potenza massima ridotta del motore;
- 4) Curva di potenza ridotta del motore.

Sul motore Diesel è inoltre installato un limitatore di accelerabilità a diretto comando meccanico e, quindi, completamente indipendente dai circuiti elettrici per la regolazione della velocità, che, in caso di funzionamento a regime superiore a quello stabilito, agendo sulla pompa di iniezione, chiude direttamente l'alimentazione del combustibile, proteggendo così il motore dai pericoli derivanti dalla sovravelocità.

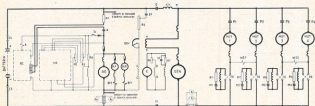


Fig. 13 - Schema elettrico di principio del circuito principale di trazione e dei circuiti ausiliari.

Sul motore Diesel in vicinanza del regolatore Woodward è disposto un quadro strumenti con i seguenti apparecchi: tachimetro Diesel, manometro olio, termometro acqua.

5 - Parte elettrica

L'equipaggiamento elettrico di trazione è del tipo classico a corrente continua con generatore principale che alimenta quattro motori di trazione permanentemente collegati in parallelo. Lo schema elettrico di principio è illustrato nella fig. 13.

Per coprire tutto il campo delle prestazioni della locomotiva mantenendo la piena potenza ai carichi, viene effettuato un adeguato indebolimento del campo dei motori di trazione.

L'equipaggiamento elettrico ausiliario è pure a corrente continua alla tensione media di 72 Volt.

La generatrice ausiliaria, che costituisce gruppo monoblocco con l'eccitatrice della generatrice principale ed è dotata di apposito regolatore di tensione, alimenta la carica della batteria, i ventilatori dei motori di trazione, i circuiti di comando, i servizi ausiliari del Diesel (pompa lubrificatrice — pompa acqua — caldaietta periscandolo), i servizi ausiliari ed i circuiti di illuminazione interna ed esterna della locomotiva.

L'equipaggiamento elettrico consta dei seguenti parti.

A) a. 1. Generatrice principale

La macchina (v. fig. 14) è del tipo MCL 149 D 60 ed 8 poli, in costruzione speciale protetta ventilata, con supporto a colla, eccitazione separata, poli di commutazione ed avvolgimento serie per il funzionamento come motore d'arresto del Diesel.

Le caratteristiche della generatrice sono le seguenti:

- servizio orario: 520 kW, 426 V, 1212 A;
- servizio continuo a tensione inferiore: 520 kW, 480 V, 1080 A, 1300 g/l';
- servizio continuo a tensione superiore: 520 kW, 345 V, 720 A, 1300 g/l';
- peso: kg 3400.

La carcassa è in acciaio saldato, accuratamente lavorata ed è montata sullo stesso basamento del motore Diesel.

L'albero è flangiato per accoppiamento diretto con l'albero del Diesel, dispensando, così, di fornire al complesso la massima robustezza e compattezza. Una delle due estremità è portata dal supporto dell'albero dal Diesel stesso, mentre l'altra, lato collettore, appoggia su di un cuscinetto a doppia corona di rulli, del tipo oscillante, ampiamente dimensionato.

Sul piano laterale dell'indotto sono praticati dei assiali per la ventilazione.

Tutto l'isolamento dell'avvolgimento elettrico è in classe « B ».

Le bobine di campo sono impregnate con composti e successivamente.

Installate in antecamera per ottenere bobine più compatte agli effetti meccanici ed in modo di accelerare l'evacuazione del calore verso la superficie.

Le massine dell'indotto sono isolate e pressate prima di staccarle in cara allo scopo di ottenere dimensioni geometriche costanti.

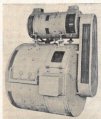


Fig. 14 - Generatrice principale con gruppo monoblocco generatrice ausiliaria-eccitatrice.

Per assicurare le bobine nelle curve sono previste blette che garantiscono un'assoluta sicurezza di servizio; i bandaggi sono applicati solamente alle testate delle matasse.

I portaspazzole sono solidamente fissati su una speciale anello di supporto che garantisce l'esatta posizione dello spazzole rispetto alla zona neutra. I portaspazzole sono di costruzione particolarmente robusta, del tipo per trazione.

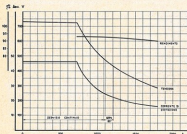


Fig. 15 - Caratteristiche teoriche della generatrice principale - 2ª posizione di marcia: 1200 g/l' - potenza ai morsetti 500 kW.

Lunghe aperture, con coperchi facilmente apribili, sono praticate per l'ispezione dello spazzole e del collettore. La ventola, calata all'estremità dell'albero lato Diesel, aspira l'aria dal lato collettore, convogliandola attraverso i fori assiali di ventilazione nel pacco lamellare e attraverso gli spazi tra le bobine di campo.

Le finestre per l'aria nella carcassa sono specialmente studiate per ottenere un elevato volume d'aria di ventilazione. Esse sono protette con reti metalliche per eliminare il pericolo di entrata di corpi estranei per ragioni di sicurezza.

Il prelievo dell'aria di raffreddamento è fatto all'esterno mediante apposita condotta e con l'interposizione di filtri montati sulle pareti laterali della locomotiva.

Tutta la macchina è di costruzione estremamente compatta e tale da assicurare la massima rigidità di struttura; il collettore è del tipo per macchine di trazione.

La caratteristica teorica di regolazione della generatrice principale è riportata in fig. 15.

B) n. 1 Gruppo generatore ausiliario-eccitatore

Il gruppo, del tipo V48C32-V48C26, è montato direttamente sulla carcassa della generatrice principale ed è comandato mediante cinghie trapezoidali dall'albero della generatrice stessa.

Le caratteristiche delle due macchine sono le seguenti:

- Generatore ausiliario: 14 kW, 72 V, 194 A, 450/2200 g/l', eccitazione derivata, servizio continuo;
- Eccitatrice: 3,5 kW, 70 V, 80 A, 1200 g/l', eccitazione speciale, servizio continuo;
- Peso del gruppo: kg 410.

Il gruppo è in costruzione monoblocco e simile nei particolari a quello della generatrice principale. Solo stesso albero sono calcolati gli indotti delle due macchine, disposti d'orso a d'orso con interposizione della ventola di raffreddamento.

L'albero è portato da due cuscinetti a rulli all'estremità. La costruzione è protetta ventrata con bocca di ventilazione ricoperta da griglia metallica.

L'eccitatrice è una macchina speciale a 6 poli, con tre avvolgimenti. Il primo avvolgimento, eccitato separatamente e regolato dal reostato incorporato nel regolatore Woodward, è avvolto su 4 poli della macchina; il secondo avvolgimento, alimentato in derivazione dalla macchina stessa, ed il terzo, differenziale, percorso dalla corrente della generatrice principale, sono avvolti sui rimanenti 2 poli. Il funzionamento di tale macchina nel sistema di regolazione "Autoload" viene illustrato in seguito.

Le cinghie trapezoidali che collegano il gruppo ausiliario alla generatrice principale sono protette da una custodia fissata sulle macchine stesse e facilmente asportabile per ispezioni e sostituzione delle cinghie usurate.

C) n. 4 Motori di trazione (Fig. 16)

Radi sono del tipo MCT 60 B 60 CV in costruzione chiusa con ventilazione forzata, aspirazione a naso.

Le caratteristiche di ciascun motore sono le seguenti:

- servizio orario a pieno campo: 117,5 kW, 430 V, 263 A, 995 g/l'.
- servizio continuo a tensione inferiore a pieno campo: 117,5 kW, 430 V, 270 A, 897 g/l'.
- servizio continuo a tensione superiore a campo indebolito del 55%: 117,5 kW, 325 V, 350 A, 1900 g/l'.

Velocità massima del motore in corrispondenza alla velocità di 80 km/h della locomotiva: 2030 g/l'.

Le curve caratteristiche del motore tracciato per la tensione di 430 Volt sono rappresentate nella fig. 17.

Peso completo di ciascun motore con carter, pignone, supporti d'asse (inclusa la sola ruota dentata): kg 1860.

La carcassa ed i coperchi sono in acciaio teso.

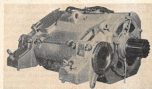


Fig. 16 - Motore di trazione col pignone montato.

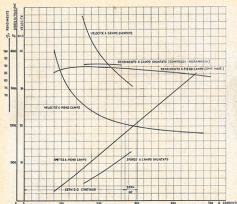


Fig. 17 - Caratteristiche del motore di trazione: tensione 400 V, corrente 300 A, velocità 500 g/l'.
diametro ruote 1050 mm, rapporto ingranaggi 14/67.

L'accesso al collettore ed alle spande è garantito da due larghe aperture con solidi coperchi facilmente apribili. La struttura degli avvolgimenti di indotto e di campo è sostanzialmente analoga a quella della generatrice principale.

Il motore è montato su cuscinetti a rulli manili di larghi labirinti per evitare la fuoriuscita del grasso. I cuscinetti poggianti sulla sala montata sono in metallo bianco con lubrificazione ad olio. Le boccole sono fissate alla carcassa da bulloni maniliati. Apposite aperture sono previste per misurare il livello dell'olio nei cuscinetti. I supporti sono protetti contro l'infiltrazione di polvere. I motori sono in costruzione chiusa con ventilazione forzata mediante un ventilatore.

Ciascun motore trasmette il moto alle ruote mediante una coppia di ingranaggi cilindrici di tipo rigido, calceati sull'albero motore e sull'asse delle ruote.

Gli ingranaggi, di costruzione della *Soc. Italiana Ingranaggi Mang* - Milano, hanno le seguenti caratteristiche:

- Rapporto 1/4,79
- Modulo 10 mm
- Interno 485 mm
- Lunghezza del dente 145 mm

Il pignone ha 14 denti ed è costruito in acciaio al cromo-nichel cementato, temperato e rettificato con corone alla

testa dei denti e bombatura sulla loro lunghezza mediante procedimento Maag.

La ruota ha 67 denti in un sol pezzo ed è costruita in acciaio al cromo-nichel cementato, temperato e rettificato con corone sulla testa dei denti; è montata a pressione a caldo sulla sala senza interposizione di chiavetta; dispositivo di smontaggio a pressione d'olio sistema SKF.

Ciascuna coppia di ingranaggi è chiusa in una robusta custodia di lamiera, in due pezzi, convenientemente fissata al motore di trazione in modo da resistere alle sollecitazioni dovute alle vibrazioni.

D) n. 2 Elettroventilatori dei motori di trazione

La ventilazione dei motori di trazione è assicurata con due ventilatori centrifughi, ciascuno comandato da un motore elettrico a corrente continua, direttamente accoppiato (fig. 18). Ogni ventilatore fornisce aria ai due motori di trazione di ciascun carrello della locomotiva.

Le prestazioni di ogni ventilatore sono le seguenti:

- Portata 60 m³/l'
- Prevalenza 125 mm H₂O
- Velocità di funzionamento 2300 g/l'

La chiavetta, la girante e tutto il telaio di sostegno sono di costruzione robusta, particolarmente studiata per l'impiego ferroviario.

Analogamente a quanto realizzato per la generatrice principale, il pollero dell'aria di raffreddamento è tolto all'esterno mediante apposita condotta e con l'interposizione di filtri montati sulle pareti laterali della locomotiva.

E) n. 1 Apparecchiatura di comando e controllo

L'apparecchiatura di comando e controllo è raggrupata nella locomotiva in tre diverse parti:

- a) nell'armadio apparecchiatura contigua ad una cabina di guida;
- b) sui banchi di manovra delle due cabine di guida;
- c) sul motore Diesel nel comparto macchina.

a) Apparecchiatura sistemata nell'armadio.

Tutta l'apparecchiatura è preventivamente montata e connessa su un'apposita tralicciata di sostegno. L'installazione completamente allestita, come rappresentata nella

fig. 19, viene successivamente introdotta nell'armadio della locomotiva.

La disposizione schematica degli apparecchi è rappresentata nella fig. 20 ed i singoli apparecchi sono qui sotto descritti:

n. 1 *Invertitore elettroparametrico* (IR), fig. 21. Tale apparecchio provvede ad invertire i collegamenti tra i campi dei motori di trazione.



Fig. 18 - Elettroventilatore per i motori di trazione.

Il tamburo con argenti di rame tra loro isolati, che viene fatto ruotare da un pistone a doppio effetto manovrati in un cilindro, alimentato ad aria tramite due elettrovalvole di comando.

Il tamburo, oltre i contatti per circuito principale di trazione, porta un settore per il comando dei circuiti ausiliari che assicura l'interblocco elettrico per evitare false manovre. Il tamburo rotante è dotato di una estremità sporgente in modo che in caso di emergenza possa essere manovrato manualmente mediante apposita leva.

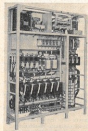


Fig. 19 - Apparecchiatura di comando montata sull'intelaiatura di sostegno (posta per l'installazione nell'armadio della locomotiva).

n. 4 Contattori in sezione motori di trazione ($P_1-P_2-P_3-P_4$).

n. 2 Contattori avviamento motore Diesel (G-G1).

n. 4 Contattori indebolimento campo motori di trazione (M1-M2-M3-M4).

n. 1 Contattore eccitazione generatrice principale (GP).

n. 1 Contattore campo separato scorticatori (RP).

n. 1 Contattore comando carica batteria (A).

n. 1 Contattore protezione terra (GRC).

Tutti i contattori largamente dimensionati sono del tipo elettromagnetico (fig. 22). Ogni contattore com-

prende un contatto fisso ed un contatto mobile, un elettromagnete di comando, una bobina speculari ed un candelotto per la protezione delle parti metalliche del contattore stesso che è ancorabile per l'ipotesione dei contatti principali. Nella parte inferiore dei contattori sono installati i contatti ausiliari di blocco.

n. 1 Contattore sezionatore bipolare (CS) per l'isolazione della batteria.

n. 2 Relè per il controllo del funzionamento ventilatori motori di trazione (EP1-EP2). (Nel funzionamento di questi relè, come di altri apparecchi più avanti citati, verrà ampiamente trattato a proposito delle protezioni dell'equipaggiamento elettrico).

n. 1 Relè di forza (GR) costituito da un complesso di due relè montati su un unico pannello con le relative resistenze di taratura ed un ponte sbrinatorio.

n. 1 Relè indebolimento campo (TE). Il relè è del tipo elettromagnetico a grande sensibilità ed è montato su un pannello unitamente alla sua resistenza di taratura.



Fig. 20 - Disposizione schematica degli apparecchi sull'intelaiatura di sostegno.

n. 2 Relè riferimento (WR1-WR2).

n. 4 Relè ausiliari (AR1-AR2-WSA-TAX), fig. 23. Detti relè sono di tipo elettromagnetico, di costruzione particolarmente robusta, protetti da un ripescio in materiale trasparente per facilitare il controllo dell'apparecchio stesso.

n. 2 Elettrovalvole sabbie (RVS).

n. 1 Relè ritardato (RT) per il comando della protezione uomo marcia; tipo elettromagnetico con dispositivo di ritardo ad aria regolabile mediante taratura della valvola di fuoriscia.

n. 1 *Regolatore di trazione* (VR) per circuiti ausiliari. L'apparecchio è del tipo a contatti vibranti ed è montato, opportunamente protetto, su apposita base nella quale sono riunite le bobine di regolazione, i condensatori per assorbire lo scintillamento dei contatti e le resistenze di taratura. Tutto il complesso è montato a sua volta su sostegno elastico con elementi in gomma.

n. 1 *Nella* a ritorno di corrente (RC) di tipo elettrodinamico per evitare l'inversione della corrente dalla batteria alla generatrice ausiliaria.

n. 1 *Complesso* resistenze di indebolimento campo dei motori di trazione (R11-R12-R13-R14).

n. 1 *Resistenza* di regolazione della carica della batteria (R1).

n. 1 *Avv.* comando caldaia portacable Diesel (R1D).

n. 2 *Fusibili* (F12-F13-F14) per protezione elettroventilatori e carica batteria.

n. 2 *Schemi* del circuito principale di trazione e del circuito ausiliario (S1-S2) che allucano gli strumenti installati sui banchi di manovra.

— *Resistenza di inazione* (R1 + R7) dei circuiti di ventilazione e dei circuiti della generatrice ausiliaria.

— *Fusibili diversi*.

Sulla parete esterna dell'armadio, rivolta verso la cabina di guida, è installato un gruppo di lampade di segnalazione e di comandi di frequente impiego, a facile portata di mano del macchinista, per l'uso dei quali non si richiede pertanto l'apertura delle porte dell'armadio e la cui funzione non è tale da condurre necessariamente la disposizione sui banchi di manovra.

n. 1 *Contattore* bipolare magnetotecnico per l'inserzione dei circuiti di comando.

n. 1 *Commutatore* a pacco per l'esclusione dei motori di trazione.

n. 1 *Commutatore* per l'esclusione della protezione di terra.

n. 4 *Lampade* di segnalazione a luce rossa per:

- protezione olio Diesel,
- temperatura acqua Diesel,
- ventilatori motori di trazione,
- protezione terra.

n. 1 *Commutatore* di comando per il funzionamento della caldaia di preriscaldamento Diesel con le due relative lampadine di segnalazione a luce verde e gialla.

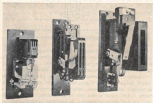


Fig. 21 - Contattori elettromagnetici.

b) *Banchi* di manovra delle cabine di guida.

Il banco di manovra di ciascuna cabina di guida è rappresentato nella fig. 24.

Nella sua realizzazione si è avuta la cura di dare una razionale disposizione a tutti gli apparecchi e agli organi di comando, in modo da rendere più agevole possibile la condotta della locomotiva da parte del macchinista.

Su ogni banco sono disposti i seguenti apparecchi:

n. 1 *Controllo* principale munito di due leve, una per l'inserzione della marcia avanti e della marcia indietro, e l'altra per la regolazione della velocità del Diesel. Le leve azionano due alberi a cuneo coassiali e sono tra di loro interbloccate per evitare false manovre. Lo spostamento della leva per l'inserzione della marcia avanti le elettrovalvole dell'invertitore realizzando così il senso di marcia prescelto, mentre la leva della velocità comanda i quattro

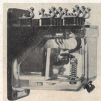


Fig. 22 - Role elettromagnetici.



Fig. 24 - Banco di manovra della locomotiva.

solenoide del regolatore Woodward, come più avanti descritto.

n. 1 *Cassette* portante i seguenti strumenti indicatori: tachimetro locomotiva, amperometro generatrice principale, voltmetro generatrice principale, amperometro batteria, lampade livello acqua e preriscaldamento.

n. 1 *Cassette* strumenti pneumatici con i seguenti manometri: condotta freno, serbatoio freno, servizi elettrici.

n. 1 *Pannello* interruttori continui: interuttore pompa acqua, interuttore pompa di preriscaldamento, pulsante avviamento Diesel e interruttori vari illuminazione.

n. 1 *Valvole* freno automatico.

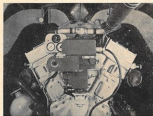


Fig. 25 - Regolatore Woodward tipo PG installato sul motore Diesel.

- a. 1 Valvola freno diretto.
- n. 1 Valvola del freno.
- m. 1 Valvola subterno.
- o. 1 Valvola a scatto morto.

Inoltre nella cabina lato strada sono apparecchiati il tachigrafo *Renler*, il precensurato e le elettrovalvole per il dispositivo « uomo morto ».

c) Sul motore Diesel nel comparto macchine è installato il regolatore Woodward che viene comandato a mezzo coppia ingranaggi dall'albero del Diesel stesso. L'unità del regolatore comanda, mediante apposito leveraggio, le pompe d'iniezione della nafta (vedi fig. 25).

F) Batterie

Le batterie sono del tipo Magneti Marelli 8 AF 25. Il complesso è costituito da 8 batterie, tipo avviamento, ciascuna composta di 4 elementi in serie al piombo, di capacità 240 Ah alla scarica in 10 h.

Queste batterie sono sistemate in due cassette nel compartimento centrale disposti sui fianchi e facilmente estraibili dall'esterno.

Appositi telai scorrevoli rendono facile la manovra delle batterie.

G - Regolazione

A) Scopo fondamentale dell'apparecchiatura di comando e controllo in una locomotiva Diesel elettrica è di regolare ad un valore costante la potenza che il Diesel eroga per ognuna delle velocità di funzionamento attraverso i parametri elettrici della generatrice principale (tensione e corrente) agendo opportunamente sulla eccitazione di questa, in modo da variare con continuità i corrispondenti parametri meccanici della locomotiva (velocità e sforzo di trazione) per adattarsi costantemente alle esigenze imposte alla macchina dal carico del treno e dalla pendenza della linea.

Inoltre, scopo dell'apparecchiatura è che il Diesel non risenta dei sovraccarichi accidentali dovuti a brusche va-

riazioni del carico risarcito e che l'equipaggiamento elettrico sia nel suo complesso adeguatamente protetto.

Il sistema « Antiload » realizzato dalla *Westinghouse Electric* e dalla *General Electric*, o dalla *Westinghouse Electric Corporation*, consente la più efficace utilizzazione di tutta la potenza messa a disposizione dal motore Diesel rendendo la curva della potenza resa ai carichi della locomotiva praticamente coincidente con una iperbole equilatera.

Il sistema « Antiload » viene realizzato mediante la speciale eccitatrice a 6 poli che costituisce la parte fondamentale del sistema stesso, ed il regolatore elettro-idraulico Woodward PG che, oltre alla sopra citata funzione di regolare la velocità del motore Diesel, ha incorporato un reostato (« load-control ») mediante il quale è apposto consentito di regolare secondo il valore del carico richiesto la corrente in uno dei tre avvolgimenti di campo della eccitatrice e conseguentemente il carico del motore Diesel.

L'eccitatrice è rappresentata schematicamente nella fig. 26, nella quale sono indicati (vedi pure lo schema elettrico di principio della fig. 13): il primo avvolgimento A-A percorso dalla corrente della generatrice principale portata dai poli 3 e 6; il secondo avvolgimento in derivazione B-B alimentato dall'eccitatrice stessa, portato sempre dagli stessi poli 3 e 6; il terzo avvolgimento C-C portato dai poli 1, 2, 4, 5, alimentato direttamente dalle batterie e regolato dal reostato incorporato nel regolatore Woodward che viene contraddistinto dalla sigla « Gov » nello schema elettrico di principio.

Per ottenere una caratteristica esterna Volt-Amp della generatrice principale a potenza costante, quale è rappresentata nella fig. 15, occorre eccitare opportunamente la generatrice stessa secondo una adeguata caratteristica.

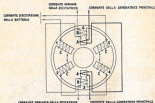


Fig. 26 - Schema semplificato dell'eccitatrice tipo « Antiload ».

Nella fig. 27 viene indicata schematicamente la caratteristica esterna della eccitatrice in funzione della corrente della generatrice principale che percorre il campo A-A per una data velocità di funzionamento del Diesel.

La linea B-B rappresenta la tensione generata dal solo campo indipendente a 4 poli che, come si vede, è costante al variare della corrente della generatrice principale. La curva A-B-C rappresenta invece la tensione risultante da tutti i 6 poli dell'eccitatrice: la tensione generata dai due poli 3 e 6 varia considerevolmente in relazione alle azioni

simultanea del campo eccitato in derivazione e del campo differenziale alimentato dalla corrente della generatrice principale.

Nel punto A tutta la tensione generata dal campo in derivazione si aggiunge a quella del campo indipendente dei 4 poli, ma con l'aumentare della corrente della generatrice principale il campo differenziale fa prevalere la sua azione fino a che nel punto C il campo differenziale supera il campo derivato diminuendo così la tensione del campo indipendente, e la curva continua a decrescere fino al punto D.



Fig. 25 - Curva caratteristica della regolatrice tipo «Autoland».

la funzione della regolazione, per ottenere la curva desiderata della generatrice principale, viene inserita dalla eccitatrice che è una macchina di piccole dimensioni, mentre per la generatrice principale si richiede un solo campo di eccitazione (oltre ben inteso quello d'avviamento), cosa che consente di realizzare una macchina di peso e di dimensioni limitati.

La regolazione del campo indipendente, che viene effettuata attraverso il reostato inserito nel regolatore, compensa le eventuali differenze che possono verificarsi tra la potenza che il Diesel è in condizioni di erogare e quella che l'appioppamento elettrico gli richiede.

Causa di queste differenze può essere, per esempio, la bassa temperatura delle macchine elettriche le quali, fin tanto che non hanno raggiunto la temperatura di regime, tendono ad assorbire dal Diesel una potenza superiore.

In tal caso quest'ultimo si sente sovraccaricato e tende a diminuire la sua velocità, ma il reostato «Gov» diminuisce l'eccitazione e si stabilisce il funzionamento all'esatto valore di potenza prefissata.

Reciprocamente, quando, per esempio, i circuiti ausiliari non assorbono tutta la potenza per loro prevista, il reostato provvede ad aumentare l'eccitazione in modo che la potenza in eccesso non resti inutilizzata bensì venga automaticamente riversata nel circuito principale di trazione.

Il sistema costituisce anche una protezione per il motore Diesel nel caso che entri in avaria per una ragione qualsiasi alcuni cilindri e pertanto il motore non sia in condizioni di erogare tutta la sua piena potenza.

Un intervento del reostato comandato dal regolatore provvede in questo caso a diminuire l'eccitazione senza alteramente sovraccaricare il Diesel non in perfette condizioni di efficienza.

La funzione della regolazione del carico del sistema «Autoland» viene esercitata non solo per l'ultima, bensì per tutte le 8 posizioni di marcia, mantenendo sempre per ognuna di queste il funzionamento del Diesel all'esatto valore di potenza prestabilita (vedi fig. 26).

B) Regolatore Woodward

Il regolatore Woodward è un regolatore idraulico, con serbatoio d'olio, pompa d'olio ed accumulatore per olio in pressione incorporati nel regolatore stesso. Si tratta fondamentalmente di un regolatore isocrono ad 8 velocità di marcia per ognuna delle quali mantiene il funzionamento del motore all'esatto valore di potenza prestabilita. Esso realizza i seguenti funzionamenti (vedi schema semplificato di fig. 26).

Comando elettrico a distanza della velocità. Tale comando si effettua, come già detto, per 8 posizioni di marcia oltre alla posizione di «arresto» e di «marcia a vuoto». Quando si muoveva la leva di velocità del controllore portandola da una tacca alla successiva, si vengono ad eccitare o diseccitare uno o più dei quattro solenoidi A-B-C-D del regolatore.

L'eccitazione di ciascuno dei solenoidi A-B-C, e di una loro combinazione, provoca spostamenti della piastra triangolare che si trova nella parte superiore del regolatore.

Tale piastra, attraverso la valvola pilota del comando variagili, agisce sul pistone del comando variagili che viene ad assumere una nuova posizione.

Lo spostamento del pistone agisce sulle manne centrali della regolatrice che a loro volta determinano l'intervento della valvola pilota del regolatore di velocità.

È l'unione di tale valvola che, attraverso un pistone di compensazione, con una taratura istantanea con una valvola a spillo, provoca le variazioni nella pressione d'olio del cilindro di comando della pompa di iniezione del combustibile.

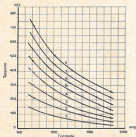


Fig. 26 - Caratteristiche regolate della generatrice principale per le 8 posizioni di funzionamento. Valori riferiti approssimativamente dalla generatrice in servizio nella locomotiva. (I punti segnati si riferiscono alle letture effettuate).

Il pistone del cilindro di comando si porta allora nella posizione corrispondente al nuovo valore di iniezione necessario per funzionare nelle nuove condizioni.

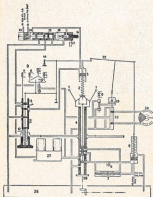


Fig. 29 - Schema semplificato del regolatore Woodward.

1. Morte centrifughe.
2. Molla antagonista della molla centrifuga.
3. Pistone del comando variagiri.
4. Corpo costante della valvola pilota del regolatore di velocità.
5. Pistone della valvola pilota del regolatore di velocità.
6. Valvola a spillo di sicurezza.
7. Pistone di compensazione.
8. Cilindro e pistone comando portata pompa iniezione.
9. Solenoide per comando a distanza del Diesel A, B, C, D.
10. Pistone triangolare.
11. Campo solenoide della valvola pilota del comando variagiri.
12. Pistone della valvola pilota del comando variagiri.
13. Lenti aperte ininterrottamente.
14. Vite di regolazione del complesso variagiri.
15. Valvola di by-pass (chiusa a «marcia a vuoto» del Diesel).
16. Bottone di arresto a mano del Diesel.
17. Contatto per segnale scatto protezione Diesel.
18. Pistone arresto automatico Diesel.
19. Valvola arresto automatico Diesel.
20. Sifonamento elastico comando arresto Diesel per insufficiente pressione olio lubrificazione.
21. Sifonamento elastico comando arresto Diesel per eccessiva portata pompa lubrificazione.
22. Lente collegante il comando portata pompa iniezione col complesso di regolazione del carico.
23. Valvola pilota del complesso di controllo del carico.
24. Servomotore ad olio del reattore di eccitazione della vorticitare.
25. Solenoide di esclusione della regolazione del carico.
26. Cilindro e pistone di esclusione della regolazione del carico.
27. Servomotore olio del regolatore.
28. Accumulatore olio sotto pressione del regolatore.
29. Ingranaggio conduttore della pompa ad ingranaggi dell'olio del regolatore.

L'azione del pistone di comando variagiri è regolata esattamente in modo che la variazione del regime di velocità corrispondente allo spostamento del pistone stesso, corrisponda come sopra descritto, sia assolutamente precisa.

Il quarto solenoide D, comandato sempre attraverso il controller, ha una azione inversa a quella dei tre precedenti in modo che, impiegando i quattro solenoidi in opportune combinazioni, ottenute con il gioco delle camme del controller, si ottiene la combinazione degli 8 regimi di velocità. Quando, anziché per l'azione del manovratore, la velocità del Diesel varia per effetto di una variazione del carico, si hanno le stesse conseguenze, salvo che le masse centrifughe del regolatore, anziché spostarsi, come nel caso precedente, per azione del pistone del comando variagiri, si spostano per azione diretta della variazione di velocità conseguente alla variazione del carico sul Diesel.

L'iniezione solenoide invece una riduzione o se il manovratore si è portato in una tacca inferiore o se il carico sul Diesel si è ridotto.

Regolazione automatica del carico per mantenere la potenza resa dal Diesel predeterminata per ciascun regime di velocità.

Il complesso di controllo del carico, che esercita tale azione, consta di una valvola pilota, di un servomotore ad olio e di un reattore inserito nel campo della vorticitare.

Il pistone di comando dell'iniezione, portandosi in una nuova posizione secondo quanto sopra indicato, determina il movimento del leveraggio collegato al pistone della valvola pilota del complesso di controllo del carico. Si verifica allora un afflusso d'olio che sposta il servomotore del reattore di regolazione del carico, nel senso di ridurre l'eccitazione della generatrice principale se si è verificato un sovraccarico al Diesel o di aumentare l'eccitazione stessa se invece il carico del Diesel è diminuito. In tal modo, il Diesel sopporta sempre il valore di carico scelto per ogni dato regime di velocità.

Arresto del Diesel sul controller.

L'arresto si effettua portando la leva nella posizione di «arresto», secondo la stessa sequenza di operazioni che avviene quando si vuole ridurre la velocità del motore, con la sola differenza che il pistone di comando dell'iniezione di combustibile arriva al termine della sua corsa e toglie completamente l'alimentazione, provocando l'arresto.

Riduzione automatica dell'eccitazione della generatrice principale nel caso di slittamento delle ruote della locomotiva o di massa prodotta nell'impianto elettrico.

Tale riduzione viene eseguita dal complesso costituito da una valvola e da un pistone comandati dal solenoide D. Questo, normalmente disconnetto, viene alimentato se si verifica l'intervento di un relè di slittamento o del relè di treni (come illustrato più oltre nella descrizione delle «Protezioni»).

In tal caso, attraverso la valvola ed il pistone, si agisce sulla valvola pilota del complesso di controllo del carico, provocando, attraverso il servomotore a olio, la riduzione automatica dell'eccitazione, finché, cessata la causa dell'intervento del relè, il solenoide non si disconnetta e non si ripristinano le condizioni normali.

Regolazione dell'eccitazione della generatrice principale durante l'avviamento del treno.

Tale regolazione si effettua innanzi opportunamente la posizione della valvola pilota del complesso di controllo del carico che agisce sul servomotore del restato di eccitazione del regolatore quando ci si trova alla velocità di «marchia a vuoto».

Tale regolazione permette di adeguare l'avviamento al carico del treno eliminando così qualsiasi sovraccarico del Diesel.

Arresto automatico del Diesel per mancanza di pressione dell'olio di lubrificazione.

A tale scopo si trovano, nella parte superiore del regolatore, un diaframma elastico (soperto da un lato alla pressione d'olio del sistema di lubrificazione del Diesel, e dall'altro alla pressione dell'olio che si trova sopra il pistone del comando variagiri), una valvola per arresto automatico ed un pistone per l'arresto automatico.

Se la pressione dell'olio di lubrificazione viene a mancare, lo spostamento del diaframma, non più in equilibrio, ed il movimento della valvola e del pistone di arresto provocano le scorie verso il servotubo del regolatore dell'olio che si trovava sopra il pistone del comando variagiri, il quale si porta in posizione tale da togliere l'alimentazione del combustibile, attraverso la sequenza dei movimenti già esaminati. Tale effetto è più o meno rapido (grazie ad un apposito ritardo) e ad una valvola di by-pass, chiusa alla velocità minima) a seconda del regime di velocità del Diesel in cui ci si trova: l'arresto interviene pertanto per pressioni d'olio di lubrificazione più basse alla velocità minima del Diesel che a velocità elevate.

Poiché tale ritardo non è efficace alla velocità minima, è indispensabile che l'avviamento del Diesel avvenga a tale velocità, il manovratore non può aumentare la velocità del Diesel se prima non si sia stabilita la pressione dell'olio.

Nel regolatore è incorporato un interruttore che, quando funziona il dispositivo di arresto per mancanza della pressione dell'olio, accende una lampada di segnalazione.

Arresto a mano del Diesel.

Grazie all'apposito bottone per l'arresto a mano, si provoca lo scatto, verso il servotubo del regolatore, dell'olio che si trova sopra il pistone del comando variagiri, ottenendo l'azione di interruzione dell'iniezione di combustibile già descritta.

C) Protezioni dell'equipaggiamento elettrico

a) Protezione di terra.

La protezione di terra è costituita da un relé a doppia bobina, da un conduttore per l'iniezione della protezione e da una lampada di segnalazione.

Essa provvede ad arrestare immediatamente il Diesel e a dare la segnalazione luminosa sul quadro di controllo non appena si verifica una massa nel circuito principale di trazione.

Nello schema elettrico il relé di terra è inserito tra il punto di tensione media di un ponte di isolamento, fra le due polarità della generatrice principale e la terra.

Quando si dà trazione ai servizi ausiliari la protezione è automaticamente inserita.

Se non vi sono anomalie nell'isolamento, il relé di terra non viene percorso da corrente. Se invece si verifica una

massa, entrano le bobine del relé, quella principale e quella di ritenuta, si eccitano e provocano l'intervento del relé ausiliario che provoca a sua volta l'arresto del Diesel.

L'intervento del relé di terra permane anche se la massa si verifica per un tempo brevissimo e poi scompare. Infatti, se l'isolamento si ristabilisce, la bobina principale non è più percorsa da corrente, ma il relé è tenuto chiuso dalla bobina di ritenuta e la protezione continua.

In caso di emergenza la protezione di terra può essere disinnescata e la locomotiva può continuare la marcia a velocità e tensione ridotte e con le dovute cautele.

Tuttavia la protezione non cessa completamente in quanto la segnalazione luminosa rimane per far presente al conduttore che si continua la marcia con protezione di terra attiva e con isolamento a massa.

b) Dispositivo contro lo slittamento.

Tale dispositivo è costituito da due relé inseriti ognuno su ciascuna coppia di motori. Essi agiscono quando si verifica una differenza di tensione tra gli indotti dei due motori di trazione di ciascun carrello. Fino a quando il funzionamento dei due motori è regolare, il relé di slittamento relativo resta disinnescato, ma quando una coppia di ruote slitta sul binario per mancanza di aderenza si viene ad alterare l'equilibrio delle forze elettromotrici dei due motori tra i quali è installato il relé di slittamento e la bobina relativa viene ad essere percorsa da corrente.

Tale relé determina la riduzione della velocità del Diesel e dell'azionazione della generatrice principale richiedendo in tal modo la trazione applicata ai motori di trazione. Contemporaneamente interviene la sabbiatrice delle ruote.

Non appena cessa la causa che ha provocato lo slittamento, torna la piena eccitazione e viene interrotta la sabbiatrice delle ruote. Il funzionamento della sabbiatrice può anche essere ottenuto dal conduttore tramite il pulsante a pedale disposto nella cabina di guida.

c) Dispositivo di controllo funzionamento elettroventilatori motori di trazione.

Sulla alimentazione dei motori degli elettroventilatori sono inseriti due relé per il controllo del funzionamento degli elettroventilatori stessi.

Nel caso che uno di questi si arresti, il relativo relé provvede attraverso il regolatore Woodward a ridurre l'eccitazione della generatrice principale limitandone così la potenza erogata. Contemporaneamente si accende una lampada a luce rossa.

d) Protezioni varie.

L'elettropompa per l'alimentazione della muffa, l'elettropompa di proliferificazione e tutti i circuiti di illuminazione sono protetti da adeguati contattori magnetotermici e da valvole fusibili di capacità adeguata.

7 - Impianto pneumatico di frenatura

La locomotiva è provvista di freno ad aria compressa — automatico e diretto sistema Westinghouse — tipo Ereda P. 5.

I principali organi dell'impianto pneumatico sono i seguenti:

1 compressore aria tipo W 342 dalle seguenti caratteristiche:

- velocità nominale 1440 g/1';
- portata di aria aspirata: 3420 l/1' (a 1440 g/1' del Diesel);
- portata di aria aspirata con motore Diesel al minimo: (560 g/1': 1648 l/1';
- pressione di erogazione: 8 kg/cm².

Il compressore è comandato meccanicamente dal motore Diesel a mezzo cinghia trapezoidali;

1 regolatore automatico di pressione per il compressore;

2 serbatoi principali per il freno a vapore e i comandi della capacità complessiva di 800 litri circa;

2 serbatoi ausiliari con distributore (1 per ciascun carrello);

4 cilindri freno per carrello, del diametro di 7" (uso per sosta);

- filtri aria separatori di olio e di condensa;
- 2 valvole di comando per ogni posto di manovra;

— rubinetti, valvole e accoppiatori vari.

È inoltre previsto l'impianto di sabbatura delle ruote composto di serbatoi per sabbia, ejectori pneumatici, tubuli e condotte poste sui carrelli.

Il comando degli impianti di sabbatura avviene, come ambedetto, automaticamente mediante elettrovalvole, dietro intervento del relè di slittamento delle ruote appeso con pulsante a pedale comandato dal macchinista della locomotiva.

Il freno a mano viene comandato a mezzo di volantini posti nelle cabine di guida e ogni volante comando è

freno del carrello addossato alla cabina da dove viene eseguita la manovra.

8 - Dispositivo «uomo morto»

La locomotiva è dotata di dispositivo di sicurezza «uomo morto» che viene comandato a pedale da ciascuna posto di guida.

Il dispositivo agisce sia sul circuito di trazione, sia sull'impianto di frenatura. Quando il conduttore toglie la pressione del piede dall'apposito pedale,



Fig. 28 - Cabina per il riscaldamento del treno installata nel comparto macchina.

il motore Diesel — con azione opportunamente ritardata — viene fatto funzionare al minimo, il circuito di trazione viene aperto e subito dopo ha inizio la frenatura di emergenza di tutto il convoglio.

Nelle normali condizioni di marcia, vale a dire quando la maniglia dell'invertitore è in posizione « avanti » o « indietro », il dispositivo viene comandato dal pedale.

Durante la sosta della locomotiva è consentito comunque al macchinista di allontanarsi dal suo posto di guida, abbandonando il pedale, purché (disposta la maniglia dell'Invertitore in posizione zero) venga opportunamente fre-

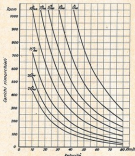


Fig. 31 - Curve dei carichi riscaldaibili in funzione della velocità e della potenza per un «net input» per la trazione di 750 Cv (potenza ai carteroni circa 820 Cv).

maria la locomotiva, o col freno automatico o col freno diretto.

Con questo accorgimento viene di conseguenza impedito al macchinista durante le lunghe discese di escludere il dispositivo « uomo morto » mettendo la maniglia dell'Invertitore a zero in quanto è contemporaneamente obbligato a frenare il convoglio.

Sempre tramite il controller principale, i pedali delle due cabine sono tra di loro interbloccati in modo che debba essere premuto costantemente quello della cabina in cui si manovra.

9 - Impianto di riscaldamento

La locomotiva è dotata di cabina a nafta per il riscaldamento della locomotiva stessa e del treno.

Le caratteristiche principali della cabina sono le seguenti:

- pressione d'esercizio: 8 kg/cm²;
- capacità di vaporizzazione: 800 kg/h ca.

La cabina è fornita di un serbatoio di nafta della capacità di 180 litri e di un serbatoio d'acqua della capacità di 1200 litri.

Tutto il complesso (fig. 28) è sistemato nel compartimento macchine della locomotiva. La condotta di riscaldamento, debitamente resa coibente, e fornita di accoppiatori di condensa e di accoppiatori alle estremità della locomotiva, alimenta anche le scaldiglie disposte nelle cabine di guida.

10 - Prestazioni e prove della locomotiva

I carichi rimorchiabili determinati col calcolo che, in relazione alle condizioni della linea ed al materiale rotabile delle Ferrovie del Sud-Est, si possono avere per la locomotiva della potenza di 620 Cv sono rappresentati nella fig. 21.

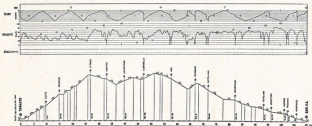


Fig. 22 - Profilo altimetrico della linea Taranto-Bari con zona tachimetrica della zona di prova.

Sulla linea Bari-Taranto-Bari è stata effettuata una serie di prove con determinazione sperimentale della potenza reale della locomotiva.

Il carico rimorchiato era composto da carri merci con boccole e strettamento per un peso complessivo di 211 t. La locomotiva era in pieno assetto di marcia e accorte al completo.

Nella fig. 22 è rappresentato il profilo altimetrico della linea sulla quale hanno avuto luogo le prove.

Al profilo della linea è stata sovrapposta la zona tachimetrica rilevata con il tachigrafo Blasler in modo che si possa seguire punto per punto la marcia effettuata dalla locomotiva.

Si possono infatti facilmente rilevare la velocità tenuta dal convoglio ed i tempi di percorrenza in ciascun tratto del percorso.

La marcia sul tratto da Taranto a S. Paolo, che rappresenta il tratto più impegnativo del percorso, è stata effettuata alla piena potenza in ottava posizione di marcia e le prestazioni ottenute sono quelle riportate in fig. 23.

Come si rileva dalle prove effettuate, non solo sono state confermate, bensì superate le prestazioni previste della locomotiva che si sono mantenute ad un valore medio sensibilmente superiore a 620 Cv così ai carichi.