

# UN VIAGGIO... A CAPONORD

**Analisi delle usure riscontrate sul propulsore di una Aprilia ETV 1000 Caponord che ha raggiunto la lodevole percorrenza di 80000 km**

**Testi e foto: Daniele Dimiccoli**

## INTRODUZIONE

Abbiamo, in un precedente articolo, illustrato e commentato la geometria e le caratteristiche salienti del bicilindrico 1000 che equipaggia l'enduro della Aprilia. Dopo aver percorso più di 83000 km, infatti, la moto è stata portata nell'officina Agostini di Moniego di Noale, in provincia di Padova, per un tagliando... approfondito. Da questo "controllo" ha preso vita la monografia motore apparsa sul uno dei precedenti numeri di Moto Tecnica. Il presente articolo ci permetterà, invece, di visualizzare come si presentano le parti maggiormente soggette ad usura dopo un chilometraggio tanto elevato.

Il numero di telaio di questa Caponord indica che si tratta di una moto assemblata nelle prime settimane di produzione (se non nei primi giorni - com-

menta l'ing. Vittorio Brovedani - responsabile del reparto sviluppo e testing in Aprilia), dunque suscettibile di eventuali imperfezioni di gioventù o comunque di qualche piccolo difetto non riscontrato nelle prime fasi di sperimentazione. Non senza sorpresa, durante la meticolosa procedura di rilevamento delle quote di bronzine, alberi e perni, non ci siamo quasi mai imbattuti in valori che superassero il limite di usura imposto dalla casa madre. Ciò fa onore all'azienda italiana poiché è davvero difficile, con i ristretti tempi di sviluppo richiesti dall'industria moderna, riuscire a costruire una moto completamente affidabile anche dopo quasi 100000 km. Ma iniziamo la nostra analisi.

## IL BASAMENTO

Le prime misurazioni, effettuate

dall'ing. Brovedani con l'ausilio delle strumentazione, nonché della competenza di Fiorenzo Agostini, si sono concentrate su albero motore e basamento; è da qui che inizieremo quindi la nostra esposizione.

L'unico perno di biella, dal dia-

metro nominale di 42 mm prevede, come limite massimo di usura, un diametro pari a 41.980 mm. Il minor diametro riscontrato è risultato essere 41.981 mm, che, sebbene di un solo millesimo, rientrava nelle tolleranze di usura previste.



*L'odometro digitale non mente, ma sono sicuramente pochi quelli che arrivano ad una cifra tanto elevata.*

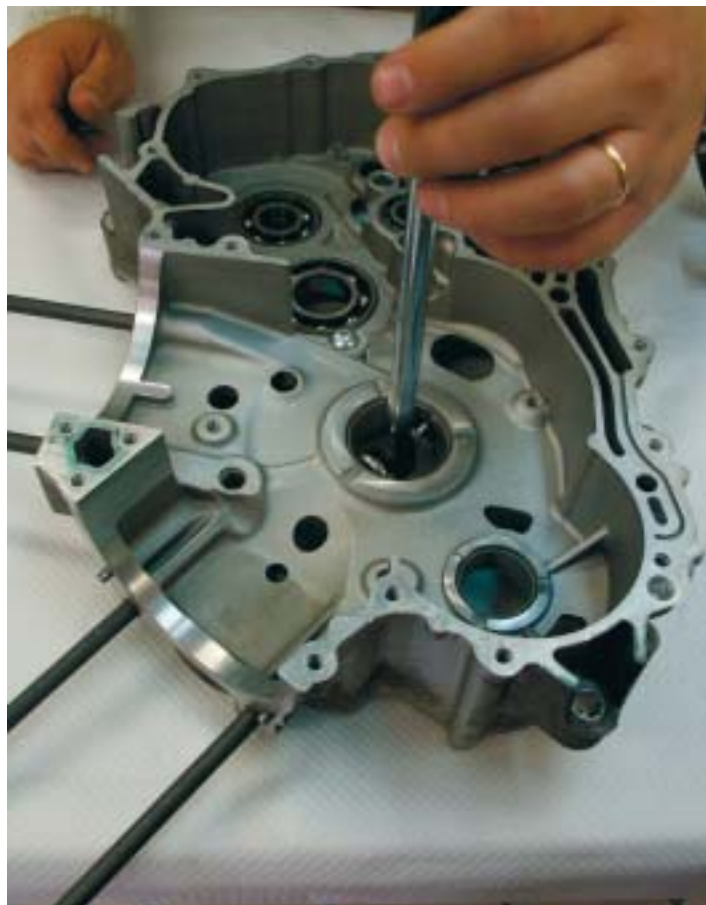




*Il diametro del perno di biella è stato misurato numerose volte su più punti. Questa è una zona in cui l'usura è maggiore.*



*Come è possibile osservare nell'immagine, una delle bronzine di banco presenta zone di usura visibili ad occhio nudo.*



*Anche le bronzine di banco hanno subito numerosissime misurazioni atte ad individuare eventuali usure anomale, segno di flessioni indesiderate dell'albero motore.*



*L'alesametro nelle mano di Fiorenzo permette il rilevamento del diametro della bronzina di biella. Questo componente è stato l'unico a oltrepassare il limite di usura imposto dalla Casa madre.*

Facciamo riferimento al minor diametro poiché per ogni perno sono state eseguite dalle tre alle cinque misurazioni, a seconda del componente e della direzione degli sforzi che esso

ha subito nel tempo. Il diametro delle bronzine di banco, ad esempio, è stato misurato perpendicolarmente e parallelamente ad entrambi i cilindri, sia nella zona centrale che in quel-

la più esterna. Una misura tanto accurata permette di rilevare, ad esempio, eventuali flessioni anomale dell'albero.

Ma torniamo al nostro perno di biella. La bronzina montata nella testa di biella, è stata sottoposta a tre misurazioni, di cui una lungo l'asse verticale ed altre due sfalsate di 60° in modo da visualizzare gli effetti delle interazioni fra i due cilindri. Per entrambe le bronzine (primo e secondo cilindro) il limite massimo di usura era pari a +0.070 mm oltre il diametro nominale.

Nonostante le misurazioni eseguite abbiano messo in luce un'usura di +0.040 mm lungo l'asse della biella, il limite è stato raggiunto, sulle bronzine di entrambe le bielle, in corrispondenza delle altre due direzioni a 60° dall'asse di biella. Ciò suggerisce che a causare l'usura della bronzina non siano tanto gli sforzi verticali derivanti dalla combustione, ma le forze d'inerzia che la biella presenta durante il suo moto rototraslativo. Non a caso le maggiori usure riscontrate sulla biel-





*L'esame degli spessori residui delle forchette del cambio ha dato esito positivo. L'usura in questi componenti è leggerissima. Una delle tre forchette, come è possibile osservare, è stata trattata termicamente per resistere maggiormente all'usura.*



*Tra le verifiche effettuate anche quella relativa alla circonferenzialità e alla linearità del corto albero su cui scorrono le forchette del cambio; sembrava nuovo.*

la del cilindro 1 sono allineate con l'asse del cilindro 2 e viceversa (l'angolo compreso tra i cilindri è pari a  $60^\circ$ ). Proponiamo un esempio: la combustione che avviene nel cilindro 2, accelera la biella 2 la quale, a sua volta, accelera il perno di biella. Quando quest'ultimo deve accelerare la biella del ci-



*Anche la larghezza delle guide del tamburo selettore è stata misurata: nulla di anormale.*

lindro 1, la forza in gioco ha un angolo di circa  $60^\circ$  rispetto all'asse della biella 1.

Le bronzine di banco sono state più fortunate. Il massimo diametro ammesso per questi componenti è pari a 46.035 mm. Per la bronzina lato volano è stato misurato un diametro di 46.004 mm in direzione dell'asse cilindro 2, mentre sono stati misurati 46.013 mm in direzione dell'asse cilindro 1. Valori di usura poco dissimili sono stati riscontrati anche sulla bronzina di banco lato frizione (lato destro del carter). I diametri misurati sono compresi tra 46.004 mm e 46.014 mm. I perni di banco a loro volta sono arrivati

ad un diametro minimo di 45.962 mm. Ben lontano dal limite fissato in 45.955 mm.

Nell'analisi appena presentata, si rende necessario sottolineare la presenza di parte delle forze radiali derivanti dalla trasmissione del moto all'albero primario, che vanno a scaricarsi, insieme a quelle alterne, su perno e bronzina di banco lato frizione. Il perno iperstatico dell'albero motore, quello cui competono gran parte degli sforzi radiali derivanti dalla trasmissione primaria, aveva un diametro minimo pari a 29.982 mm, mentre il limite di usura è di 29.970 mm. Anche l'analisi dei tre perni e relativi cuscinetti



*Gli alberi primari e secondari del cambio, ruotando su cuscinetti volventi, non si sono usurati molto. I segni che si notano sono per lo più dovuti allo sfregamento con componenti secondari.*



*I denti degli ingranaggi, pur presentando, in alcune situazioni, microscopiche crepe sulle loro estremità, non evidenziano segni di pitting.*

ti dell'albero di equilibratura ha dato un esito positivo. Una delle due bronzine di banco ha raggiunto un diametro massimo di 32.053 mm, mentre il limite di usura è di 32.060 mm sul diametro interno.

Per quanto riguarda i perni di banco dell'albero di equilibratura, la misura minima rilevata corrisponde a 31.991 mm, mentre il limite massimo è pari a 31.980 mm.

Anche qui la misura dei diametri dei perni è stata eseguita più volte in direzioni differenti: una parallela ed una perpendicolare all'asse della massa eccentrica. Il perno iperstatico dell'albero d'equilibratura ha raggiunto un diametro di 20.008 mm, mentre il limite di usura è di 19.990 mm. Come è stato possibile osservare nelle immagini del precedente articolo, gli alberi primario e secondario del cambio sono supportati da cuscinetti volventi. Non sono stati rilevati quindi i relativi diametri. Sono invece stati misurati gli spessori delle punte delle forchette di innesto. Fra i tre elementi, quello che ha subito una maggiore usura, presentando uno spessore minimo pari a 4.040 mm, è quello che per-

mette l'ingranamento del secondo rapporto.

Il limite di usura previsto in questo punto è pari a 3.950 mm. Si può considerare quindi un'usura quasi nulla di questi componenti, dato che in media lo spessore è pari a 4.060 mm sulle punte estreme delle forchette.

È stata eseguita anche una misura dell'eccentricità delle guide su cui scorrono le forchette stesse. Se il massimo valore di eccentricità permesso è pari a 0.020 mm, quello riscontrato ha raggiunto appena i 0.005 mm. Gli alberi di scorrimento erano praticamente indeformati dopo 83000 km. Il pacco frizione, nonostante il chilometraggio elevatissimo, aveva uno spessore pari a 47.32 mm, mentre il limite di usura per lo spessore totale dei dischi è di 46.30 mm. Le catene della distribuzione (a tal proposito ricordiamo che il bicilindrico che equipaggia la Caponord dispone di una catena per cilindro) contengono la loro lunghezza entro 164.95 mm per il cilindro 2 e 165 mm per il cilindro 1.

La lunghezza di questi elementi, secondo la Casa madre, non deve superare i 165.2 mm.



*Guarnizioni frizione a confronto. A destra un componente nuovo.*



*La guarnizione della frizione di questo ETV 1000 ha iniziato a creparsi nei pressi del foro centrale. Ancora pochi chilometri e si sarebbe definitivamente tagliata.*

## BLOCCO CILINDRI

Uno dei particolari maggiormente stressati di un motore, è notoriamente il pistone con le relative fasce di tenuta. Fiorenzo, insieme all'ing. Brovedani, si è dunque prodigato per rile-

vare il diametro di canne cilindro, pistoni, fasce e spinotti.

È indispensabile precisare, prima di procedere con l'esposizione, che per l'assemblaggio di questi componenti, Aprilia prevede un'apposita procedu-





*Uno degli alberi a camme. I perni, dopo più di 80000 km, appaiono molto usurati.*

*Uno dei cappelli che chiudono i quattro alberi a camme di questo bicilindrico. Seppur evidentemente usurate, le sedi dei perni degli alberi rientravano ancora nelle tolleranze limite.*



*L'immagine si commenta da sola: povero pistone...*



*La superficie superiore del pistone posteriore è completamente ricoperta di incrostazioni. Che tale strato abbia permesso un incremento del rapporto di compressione tale da mantenere inalterate nel tempo le prestazioni?*

*Gli effetti delle forze derivanti dalla combustione sono evidenti sulla bronzina di questa biella.*

ra di selezione per classi di tolleranza. In pratica esistono due classi per cilindri e pistoni, contraddistinte (in linea di assemblaggio) da un segno verde o rosso. Durante il montaggio i pistoni verdi vanno accoppiati solo con i cilindri verdi. Lo stesso vale per la classe di tolleranza contraddistinta dal colore rosso. I limiti di usura per il diametro dei pistoni sono 96.930 mm e 89.918 mm per l'una e



*La superficie rettificata dei cilindri sembra non aver subito l'abrasione da parte di fasce e pistone.*

l'altra classe. Ovviamente una volta usurati i componenti, è impossibile capire a quale classe appartenessero originaria-

mente, ma le misure riscontrate non sono in ogni modo preoccupanti. Il minimo diametro misurato sul pistone 1 è, infatti,

pari a 96.92 mm. Per quanto riguarda il cilindro relativo, invece, lo scostamento dal diametro nominale è allineato a quello limite: 9 centesimi di millimetro. Anche la cilindricità non è fuori tolleranza, anzi, il suo valore è vicinissimo allo 0. Sorprendono le fasce, che sulla circonferenza possono consumarsi fino ad un millimetro, prima di essere tassativamente sostituite, ed invece hanno perso solo 0.3, 0.32 e 0.28 mm rispettivamente il primo, il secondo ed il terzo anello. Sul pistone 2 è stato rilevato un diametro minimo di 96.920 mm, mentre il cilindro relativo ha raggiunto anch'esso il limite di usura pari

a +0.090 mm. Fra le tre fasce quella maggiormente consumata è la seconda, con un'usura di -0.48 mm. Gli spinotti non hanno subito una grande usura. Il minimo diametro ammesso da Aprilia per tali componenti è di 21.998 mm, mentre il minimo diametro misurato non è inferiore ai 22 mm.

### TESTATE

Anche le testate, completamente disassemblate, sono state oggetto delle attenzioni dei due tecnici.

Va subito fatta una considerazione di ordine tecnico. Una delle due testate è stata maggiormente danneggiata, presentando maggiori depositi carboniosi. Ciò è dovuto al fatto che le funzioni di blow by sono affidate ad una piccola condotta flessibile che, aspirando i vapori d'olio dal carter, sfocia nel collettore d'aspirazione in prossimità di una delle due trombette. Di conseguenza i vapori d'olio pescati dal carter non sono equamente suddivisi tra i due cilindri, ma quello posteriore subisce costantemente gli effetti di una miscela più ricca di olio, con evidenti incrostazioni nei con-

dotti e sulle pareti della camera di combustione. Ad incrementare gli effetti sopracitati ha contribuito anche il gommino di tenuta di una delle due valvole d'aspirazione che, essendosi eccessivamente consumato, ha permesso un leggero trafilamento d'olio nel collettore d'aspirazione. Di conseguenza la valvola corrispondente ci è apparsa particolarmente imbrattata e rovinata.

Gli steli delle valvole di scarico, sempre riferendoci alla testata posteriore, hanno subito molteplici misurazioni atte a verificare l'usura su due diametri sfalsati di 90° tra loro e, soprattutto, a differenti distanze dal fungo. Il diametro limite è stato fissato in 5.935 mm, ma il minore valore che è stato possibile riscontrare tra le due valvole è stato pari a 5.947 mm. Le valvole d'aspirazione della stessa testa, invece, hanno raggiunto un diametro minimo di 5.965 mm (il diametro nominale coincide tra aspirazione e scarico). Con differenze non superiori al centesimo di millimetro, il rilevamento dei diametri delle valvole di aspirazione e scarico ha dato eguale esito anche sulla testa del cilindro anteriore.



*Le due testate. A sinistra quella posteriore. Qui un gommino paraolio danneggiato e la continua aspirazione dei vapori olio dal carter hanno contribuito alla formazione di evidenti incrostazioni.*

Anche i diametri dei supporti degli alberi della distribuzione sono stati attentamente misurati. Precisamente, per ogni perno è stato misurato il diametro parallelo all'asse della camma e quello perpendicolare allo stesso. Infatti, nei due casi differiscono notevolmente i carichi che il velo d'olio deve sopportare e le usure potrebbero essere molto diverse. In generale il diametro degli alberi non dovrebbe in nessun caso essere inferiore ai 23.950 mm. Fra i quattro alberi a camme, il

valore minimo rilevato è di 23.968 mm. Tale misura è stata riscontrata su uno dei perni dell'albero a camme di scarico del cilindro posteriore. Negli alberi di aspirazione di entrambe le teste non sono stati riscontrati diametri inferiori ai 23.970 mm.

### CONCLUSIONE

Un particolare ringraziamento va a Fiorenzo Agostini che, grazie alla sua infinita passione per le moto, ci ha consentito di illustrarvi i segreti della Caponord;



*Una delle due teste privata delle quattro valvole. Sono evidenti le incrostazioni anche all'interno dei condotti.*



*Un momento della misura dello spessore delle sedi valvole.*





*Si noti l'elevatissimo spessore di sporco depositatosi su questa valvola d'aspirazione del cilindro posteriore. Qui il paraolio danneggiato ha causato un anomalo trafilaggio d'olio nel cilindro, ed il primo elemento a soffrirne è stata proprio la valvola visibile nella foto.*

*Un confronto tra la valvola incrostata ed una nuova.*

*Un ringraziamento speciale a Fiorenzo Agostini ed all'ingegner Brovedani impegnato, nella foto, a misurare uno dei tantissimi pezzi accuratamente smontati e lavati da Fiorenzo.*



ringraziamo, inoltre, la stessa Aprilia Italia che ci ha dato la possibilità di fotografare bronzine, ingranaggi e valvole. Per concludere, cercheremo di rispondere a tutti quei romantici, quegli amanti della moto come simbolo di libertà, insomma, a tutti quelli che si chiedono dal-

l'inizio dell'articolo, come diavolo abbia fatto l'evidentemente facoltoso proprietario di questo ETV 1000 a percorrere più di 83000 km in poco più di un anno. Ebbene, di questi, se i 10800 km affrontati per piantare la bandiera Aprilia a Caponord erano un obbligo verso il

marcio preferito, i restanti, percorsi per visitare Svezia, Norvegia, Baviera, Croazia, Provenza, nonché le meraviglie del Bel Paese, con tutta probabilità sono stati un vero piacere. ■

## LA SOLUZIONE GLOBALE PER L'OFFICINA MOTO

### Revisione Moto

Test freni, velocità, simulatore stradale con analisi gas, centrafari e fonometro.

### Bollino Blu

Test Gas con simulatore stradale 93 PV e Stargas 898.

### ECUreader

Software autodiagnosi per Moto, eseguibili su: Ducati, Aprilia, Honda, Piaggio, Suzuki, Triumph, Yamaha, Guzzi, MV, Cagiva, Kawasaki.

### Diagnosi

Oscilloscopio, multimetro, sistema di ricarica e avviamento.



SCAN TOOL



SPEED TEST



GAS TEST