

BOSSEA MMIII

CONVEGNO NAZIONALE

# L'AMBIENTE CARSICO E L'UOMO

MANIFESTAZIONE CELEBRATIVA UFFICIALE DEL CAI  
PER IL "2003: ANNO INTERNAZIONALE DELL'ACQUA DOLCE"

LABORATORIO DIDATTICO DEL COMITATO SCIENTIFICO CENTRALE DEL CAI  
LABORATORIO CARSOLOGICO SOTTERRANEO  
GROTTE DI BOSSEA (FRABOSA SOPRANA- CN) 5-8 SETTEMBRE 2003

## ATTI

STAZIONE SCIENTIFICA DI BOSSEA - CAI CUNEO  
PROVINCIA DI CUNEO

# IL MONITORAGGIO DEL BISSIDO DI CARBONIO NELLA GROTTA DI BOSSEA: CORRELAZIONI DELLA CONCENTRAZIONE DEL CO<sub>2</sub> ATMOSFERICO CON LA FREQUENTAZIONE TURISTICA DELLA CAVITA' ED IL REGIME DEL TORRENTE INTERNO

Silvio Cagliero<sup>1</sup>, Marco Dutto<sup>1</sup>, Guido Peano<sup>2-3</sup>, Ezechiele Villavecchia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARPA Piemonte, Dipartimento di Cuneo - <sup>2</sup>Stazione Scientifica di Bossea - <sup>3</sup>Comitato Scientifico Centrale del CAI

## PREMESSA

*Nel biennio 1997-1999 e più recentemente negli anni 2000-2002 sono state effettuate due campagne di misurazioni continuative del biossido di carbonio atmosferico nella Grotta di Bossea: la prima ai fini dello studio, nel dettaglio, degli stretti rapporti intercorrenti fra la concentrazione del gas in oggetto e l'afflusso dei visitatori; la seconda particolarmente finalizzata ad individuare possibili correlazioni fra gli incrementi di portata del torrente e l'aumento della presenza di CO<sub>2</sub> nell'aria della cavità, estrapolando dal contesto generale le variazioni naturali, mascherate nella gran maggioranza dei casi dalle variazioni ben più consistenti indotte dalla frequentazione turistica.*

*Il monitoraggio contestuale della portata del torrente e della concentrazione del CO<sub>2</sub>, effettuato anche in fasi di scarso o modesto afflusso di visitatori, ha permesso di individuare in alcuni periodi dell'anno un rapporto di dipendenza fra le variazioni dei due parametri.*

*Tale correlazione potrebbe derivare sia dalla forte movimentazione dell'aria conseguente a grandi aumenti di portata del torrente interno, con diffusione in tutta la grotta del CO<sub>2</sub> ristagnante nei suoi siti più profondi, sia ad un maggior trasporto da parte delle acque di piena di biossido di carbonio disciolto poi ceduto all'atmosfera.*

*La ricerca presentata in questo lavoro rientra nell'ambito di una collaborazione oggi in atto (anno 2003), da circa un decennio, fra la Stazione Scientifica di Bossea (CAI di Cuneo) ed il Dipartimento di Cuneo dell'ARPA del Piemonte, indirizzata allo studio degli aspetti meteorologici dell'ambiente carsico ipogeo. Lo studio è condotto principalmente nell'ambito del Laboratorio Sotterraneo di Bossea, tramite una dotazione strumentale che consente il rilevamento e la correlazione di molti parametri ai fini di una conoscenza più approfondita delle caratteristiche chimico-fisiche della cavità. Tali conoscenze vengono utilizzate a fini di studio ma anche di tutela dell'ambiente ipogeo e dei suoi frequentatori.*

## PREAMBLE

*Two non-stop measuring campaigns of atmospheric CO<sub>2</sub> were carried out in the Bossea cave during the years from 1997 to 2002; initially the aim of the research was pointed to correlate the CO<sub>2</sub> concentration with the influx of tourists, then to detect a possible correlation with the flow of the subterranean stream. Such a correlation was proved and explained as follows: a strong air moving and suction of air enriched in CO<sub>2</sub> from the deepest part of the cave is joined with a enhanced transfer of dissolved CO<sub>2</sub> that go together with the rising flow: the dissolved CO<sub>2</sub> is then removed to the air according to mechanisms of physico-chemical balance.*

*The research was carried out within the cooperation between the Stazione Scientifica di Bossea and the Department of Cuneo of the Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) of Piedmont.*

## RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

Il lavoro che viene presentato in questa occasione riprende e consegue a quanto illustrato a suo tempo, sempre a Bossea, in occasione del convegno internazionale del 1995; in quella occasione, con una relazione dal titolo "Monitoraggio del biossido di carbonio nelle grotte di Bossea" venivano discussi i risultati raccolti nel quadro di una prima collaborazione tra il Dipartimento di Cuneo dell' Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte e la Stazione Scientifica di Bossea del Club Alpino Italiano (cfr. Atti del Simposio Internazionale "Grotte Turistiche e Monitoraggio Ambientale" anno 1996, pag. 323-332).

Nell'estate del 1997, dopo prove di calibrazione e validazione della metodica effettuate in laboratorio, si era proceduto all'installazione, presso il laboratorio della Stazione Scientifica situato nella grotta, di un sistema di acquisizione dei dati rilevati dagli analizzatori di Biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) prodotti dalla Edinburgh Sensor.

In realtà non si trattava delle prime operazioni di misura della CO<sub>2</sub> nella grotta di Bossea, in quanto già in precedenza erano state condotte delle prime indagini con prelievo di campioni dell'atmosfera interna della grotta, a cura della Stazione Scientifica, in "sample bags" artigianali e successivo trasporto per le analisi del caso nei laboratori di Cuneo della struttura ora dell'Agenzia ed allora denominata Laboratorio di Sanità Pubblica.

Nel 1997 l'acquisto di questi analizzatori automatici ha consentito l'effettuazione di una prima campagna in loco ed i dati forniti erano stati memorizzati per le elaborazioni complessive che avevano evidenziato, come si può rilevare dalle figure da 1 a 4 una chiara correlazione tra frequentazione turistica e concentrazione di CO<sub>2</sub>.

Successivamente la Stazione Scientifica di Bossea ha provveduto a sostituire i sensori acquisendo dei prodotti della Vaisala e nel contempo a dotarsi di un sistema autonomo di archiviazione dei dati su personal computer.

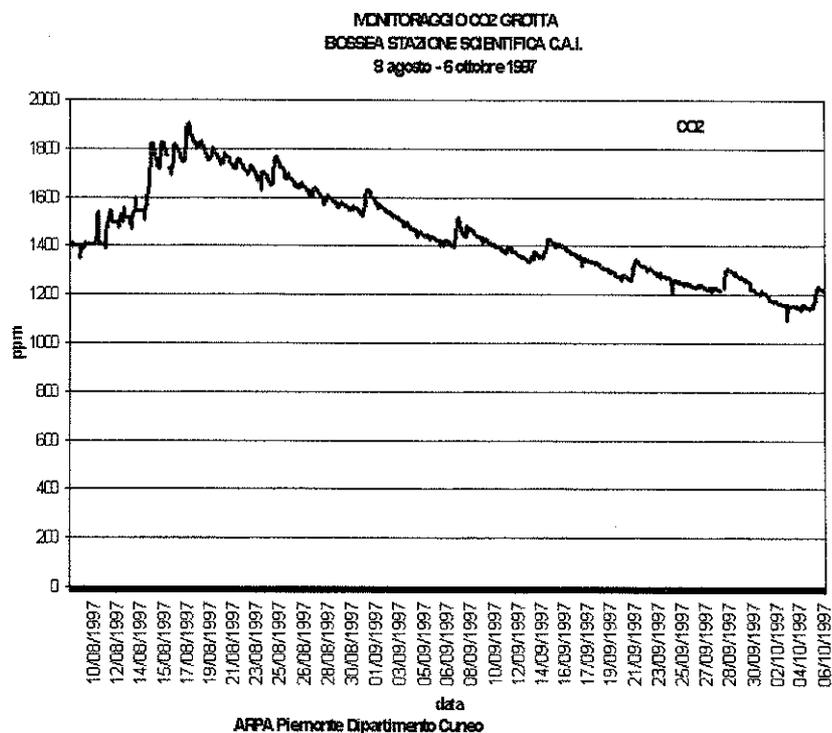


Fig.1 - Andamento della concentrazione media oraria nel periodo 8 agosto - 6 ottobre 1997.

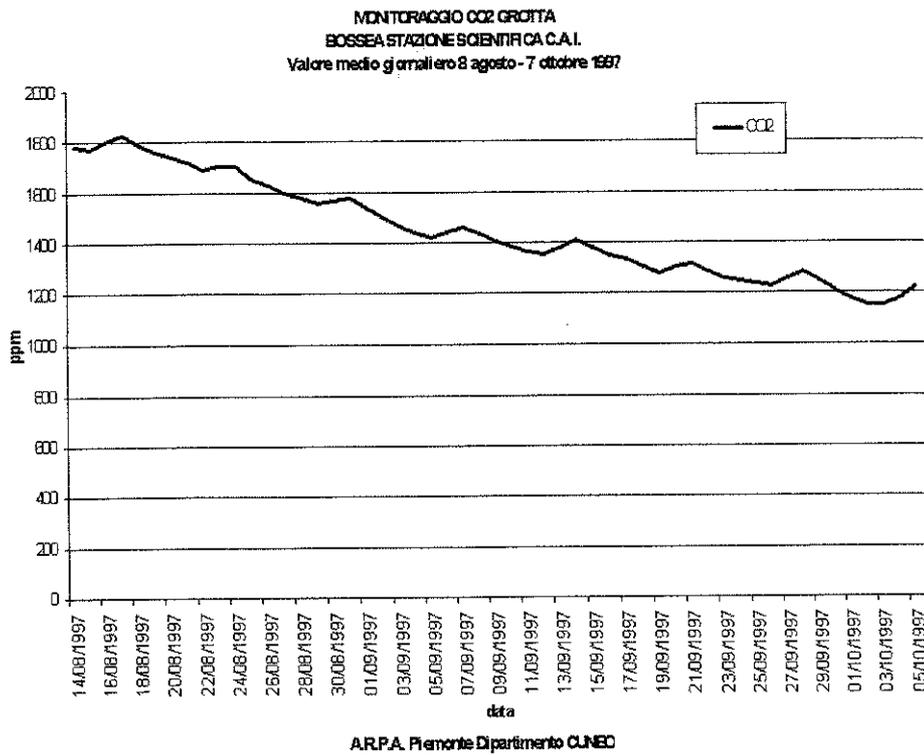


Fig.2 - Andamento della concentrazione media giornaliera nel periodo 8 agosto - 7 ottobre 1997.

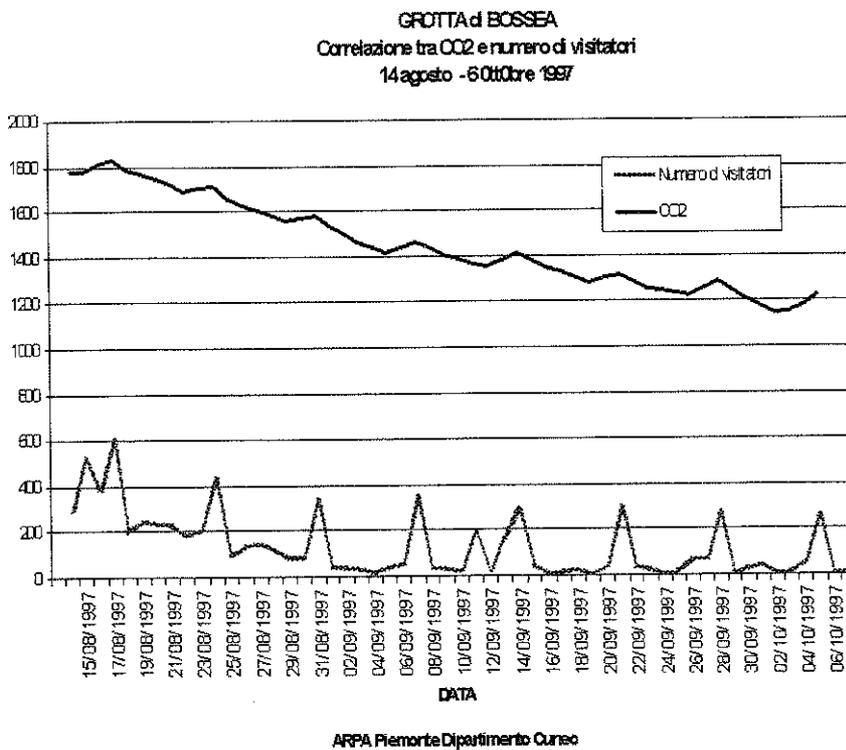


Fig.3 - Confronto tra della concentrazione media oraria (ppm) e numero visitatori nel periodo 14 agosto-6 ottobre 1997.

GROTTA di BOSSEA  
 Correlazione tra CO<sub>2</sub> e numero di visitatori  
 14 agosto 1997 - 15 maggio 1998

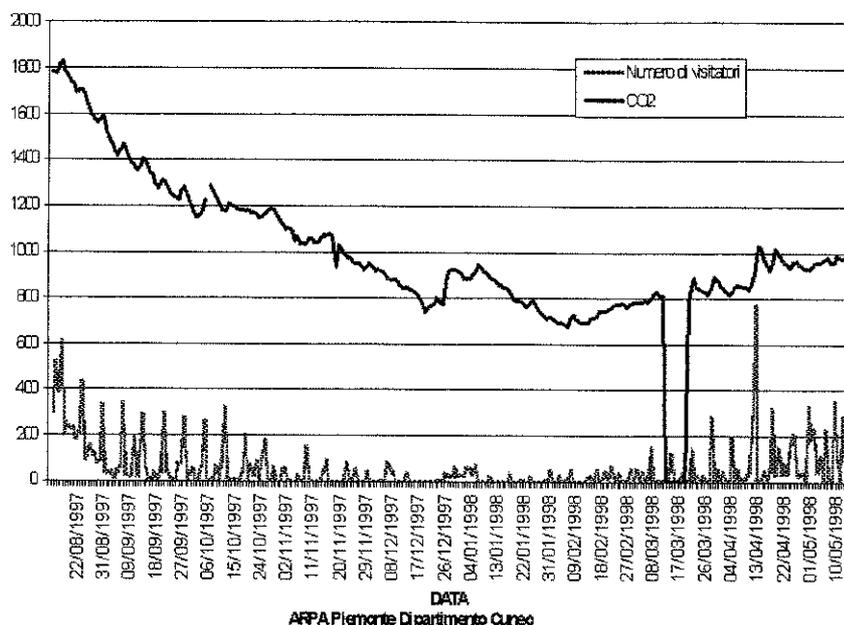


Fig.4 - Confronto tra della concentrazione media oraria (ppm) e numero visitatori nel periodo 14/08/97- 15/05/98.

L'ambiente estremo in cui devono operare i pc ha rappresentato un limite per quel che riguarda la continuità della disponibilità delle informazioni, ma quanto raccolto a partire dall'anno 2000 ha confermato quanto rilevato negli anni precedenti introducendo una chiara conferma di una ipotesi a suo tempo prospettata.

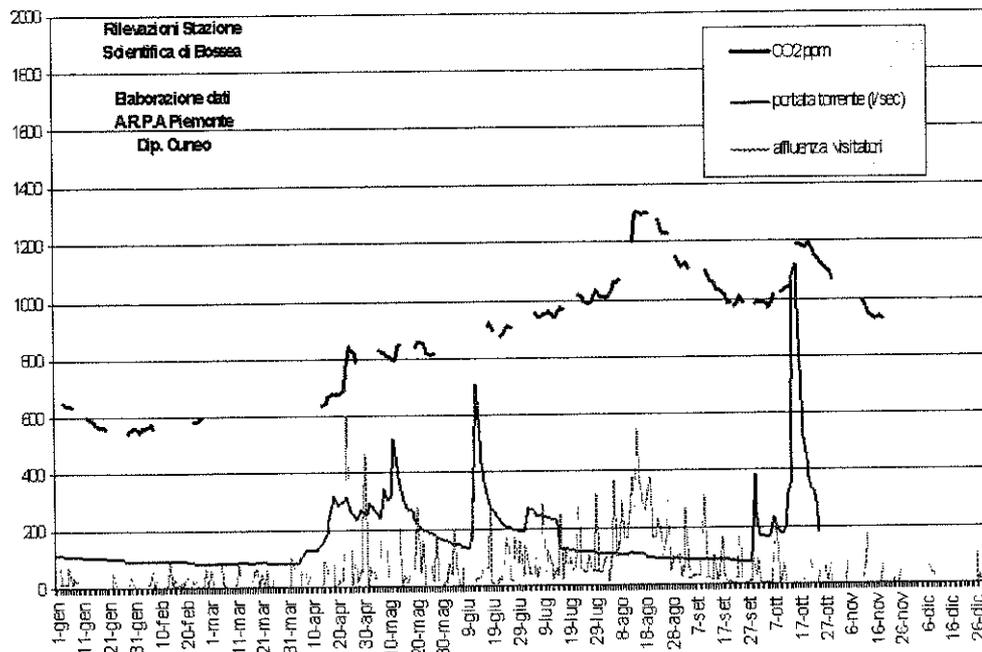
Il lavoro del 1998 si concludeva infatti così:

*"Infine si reputa opportuno evidenziare che dal punto di vista teorico può sussistere una correlazione tra concentrazione ambientale di CO<sub>2</sub> e processi di scambio con il torrente ipogeo nelle sue varie condizioni di regime; questo fenomeno però non può essere valutato in quanto fortemente mascherato dalle prevalenti emissioni di biossido di carbonio dovute all'afflusso antropico turistico."*

Come si può rilevare dalla successiva figura 5, che illustra le correlazioni tra concentrazioni di CO<sub>2</sub>, la frequentazione antropica e la portata del torrente nel corso del 2000, nel mese di ottobre, in concomitanza di un evento di piena di rilevante importanza, la concentrazione di CO<sub>2</sub> all'interno della grotta si è impennata in modo più che evidente ed ovviamente nel periodo era scarsa o nulla la frequentazione turistica.

Quindi anche per la CO<sub>2</sub> si prospetta un comportamento analogo a quello rilevato per il Radon con lo studio specifico condotto all'interno della stessa cavità.

Nel corso dei successivi anni 2001 e 2002 sia i problemi prima illustrati sulla disponibilità completa della serie di dati che la minor rilevanza dei fenomeni di piena non hanno consentito di evidenziare in modo così chiaro la correlazione tra le varie componenti, comunque tutti i dati a disposizione non portano a conclusioni contrastanti, anzi in più di una occasione si possono osservare aumenti di concentrazione di CO<sub>2</sub> (seppur relativamente limitati) contemporanei ad incrementi di portata del torrente.

Correlazioni ambientali Grotta di Bossea - anno 2000Fig.5 - Correlazioni tra concentrazioni di CO<sub>2</sub>, frequentazione antropica e portata del torrente nel corso del 2000.

Quanto riportato nelle figure 6 e 7, riferite rispettivamente al 2001 e al 2002, giustifica quindi quanto sintetizzato nel sommario e cioè che il monitoraggio contestuale della portata del torrente e della concentrazione del CO<sub>2</sub>, effettuato anche in fasi di scarso o modesto afflusso di visitatori, ha permesso di individuare in alcuni periodi dell'anno un rapporto di dipendenza fra le variazioni dei due parametri. Tale correlazione potrebbe essere ascrivibile contemporaneamente a due cause diverse: la forte movimentazione dell'aria conseguente ad ingenti aumenti del volume e della velocità delle acque correnti, con conseguenti fenomeni di pistonaggio ed aspirazione dell'atmosfera delle zone più profonde della cavità, notevolmente più ricca in CO<sub>2</sub>, e successivo miscelamento con quella delle zone più elevate e abitualmente più ventilate; un maggior trasporto da parte delle acque di piena di CO<sub>2</sub> disciolto, successivamente ceduto all'aria della grotta nell'ambito di un processo di riequilibrio con quello atmosferico.

Questa seconda ipotesi non ha finora potuto essere approfondita per la mancanza di rilevamenti recenti del biossido di carbonio disciolto nelle acque. Misurazioni effettuate negli anni 1984-1987, quando non veniva ancora rilevato il CO<sub>2</sub> atmosferico, indicavano effettivamente un rilevante aumento della presenza di questo gas nelle acque in corrispondenza dei periodi di piena (cfr. Atti della Stazione Scientifica della Grotta di Bossea, 1990, pag. 66-71).

Tuttavia solo rilevamenti isocroni di lungo periodo, non influenzati dall'afflusso dei visitatori, potranno consentire una esauriente verifica dell'ipotesi in oggetto.

**Correlazioni ambientali Grotta di Bossea - anno 2001**

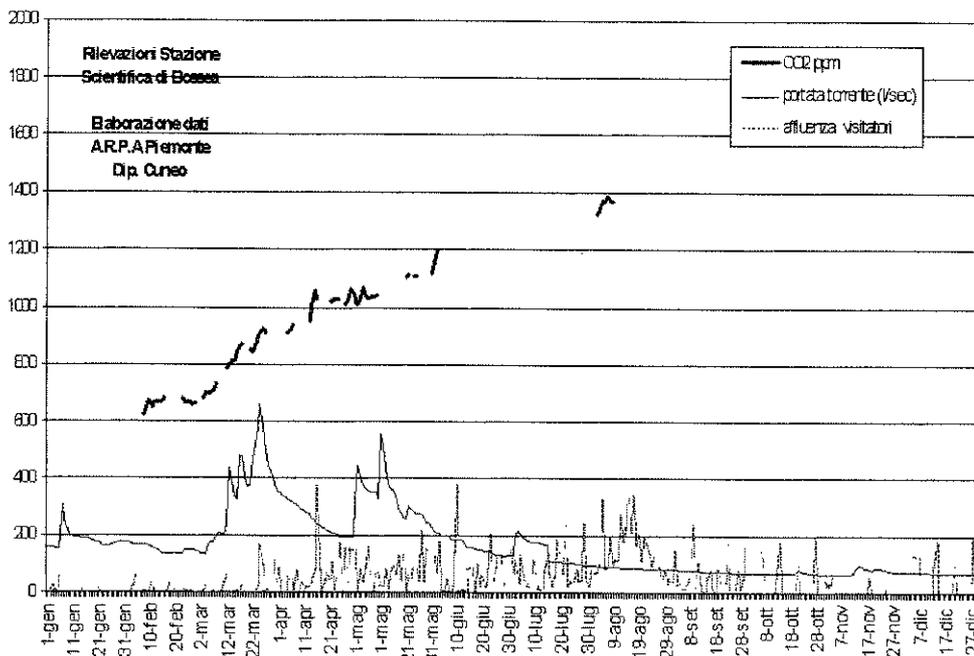


Fig.6 - Correlazioni tra concentrazioni di CO<sub>2</sub>, frequentazione antropica e portata del torrente nel corso del 2001.

**Correlazioni ambientali Grotta di Bossea - anno 2002**

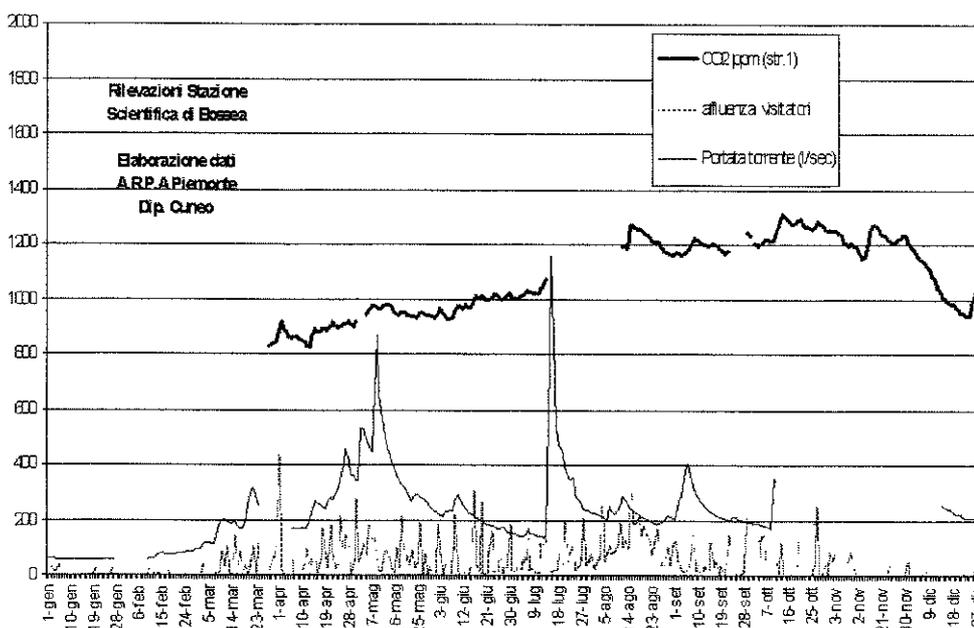


Fig.7 - Correlazioni tra concentrazioni di CO<sub>2</sub>, frequentazione antropica e portata del torrente nel corso del 2002.