

## SQL Server Workload Profiling

**Gianluca Hotz** 

#XeOneDay

Evento realizzato grazie al supporto di



#### Chi sono



- Gianluca Hotz | @glhotz | ghotz@ugiss.org
- Consulente indipendente, fondatore e Mentor SolidQ
  - 20+ anni con SQL Server (dalla 4.21 nel 1996)
  - Modellazione e sviluppo basi di dati, dimensionamento e amministrazione, aggiornamento e migrazioni, ottimizzazione prestazioni
- Interessi
  - Modello relazionale, architettura DBMS, sicurezza, alta disponibilità e Disaster Recovery
- Community
  - 20 anni Microsoft MVP SQL Server (dal 1998)



- Fondatore e presidente <u>UGISS</u>
  - User Group Italiano SQL Server (PASS Chapter)



## Workload Profiling: Cosa?



- Valutazione delle prestazioni
  - Consumo delle risorse
  - Tempo di esecuzione
  - Latenza per attesa risorse («Wait Stats»)
- Carico di lavoro («Workload»)
  - Completo/parziale
  - OLTP/OLAP (solitamente misto)
- Tipo di Query
  - Sviluppate singolarmente/generate da un framework
  - Parametriche/non-parametriche
  - Ad-hoc/Store Procedure

## Workload Profiling: Perché?



- Creazione baseline
- Troubleshooting
- Scoperta proattiva regressioni
- Analisi impatto aggiornamenti
  - Rilasci applicativi
  - Aggiornamenti SQL Server

## Workload Profiling: Come?



- Tecnologie in SQL Server
  - Data Management Objects (DMV/DMF)
  - (SQL Trace, infrastruttura SQL Server Profiler)
  - (Event Notification)
  - (Data Collector)
  - Extended Events
  - Query Store
- Strumenti esterni
  - Performance Monitor, PAL
  - RML Tools, SQL Nexus, Diag Manager (Pssdiag/Sqldiag)
  - SQLIO, DISKSPD
  - Windows Performance Analyzer (WPA)
  - Molti prodotti di terze parti

#### Partiamo dalle basi



- Performance Monitor
  - Performance Analysis of Logs (PAL)
  - Relog + custom reports (Excel, Power BI, ...)
- Data Management Objects (DMV/DMF)
  - sp whoisactive
  - SSMS Performance Dashboard
  - SQLSkills SQL Server Diagnostic Information Queries
  - SQL Server First Responder Kit



PAL & DMO

## **Query Profiling**



- sys.dm\_exec\_query\_statistics\_xml(session)
  - Piano esecuzione con statistiche transitorie «in-flight»
    - es. numero righe, CPU
  - Disponibile a partire da SQL Server 2016 SP1+
- Standard
  - SET STATISTICS XML ON prima di eseguire la query
- Lightweight
  - Trace Flag 7412, on by default in SQL Server 2019
  - 2% CPU overhead



**Query Profiling** 

## **Query Store**



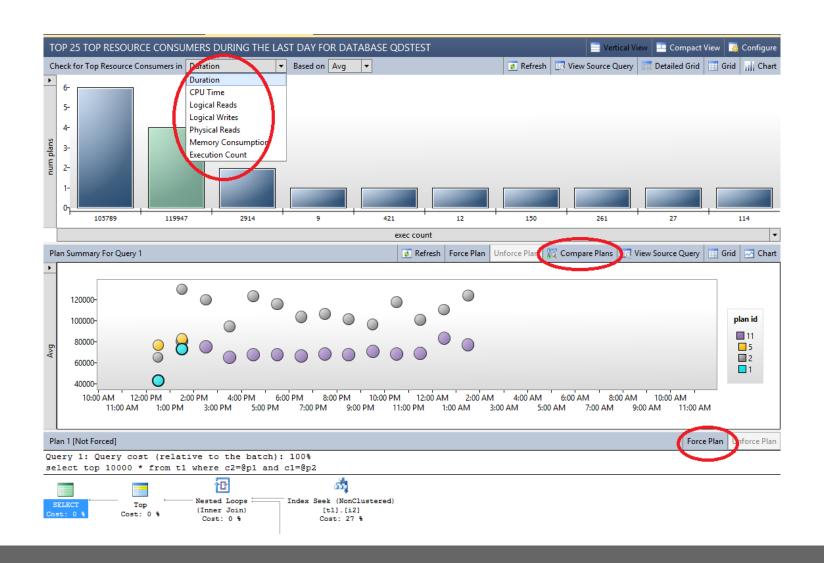
- Registra piani di esecuzione e metriche prestazioni
  - Per database
  - In memoria consolidando su disco in modalità asincrona
  - Integrato con SSMS e disponibile via DMV
- Riduce drasticamente complessità «troubleshooting»
  - Identificare «Top Query» per tempo/memoria/CPU/IO
  - Analizzare utilizzo risorse per un determinato database
  - Audit storia piani di esecuzione di una determinata query
  - Identificare regressione piani di esecuzione
  - Forzatura piano specifico da storico
- Novità da 2017
  - «Wait Stats» integrate (per categoria, no dettaglio)



**Query Store** 

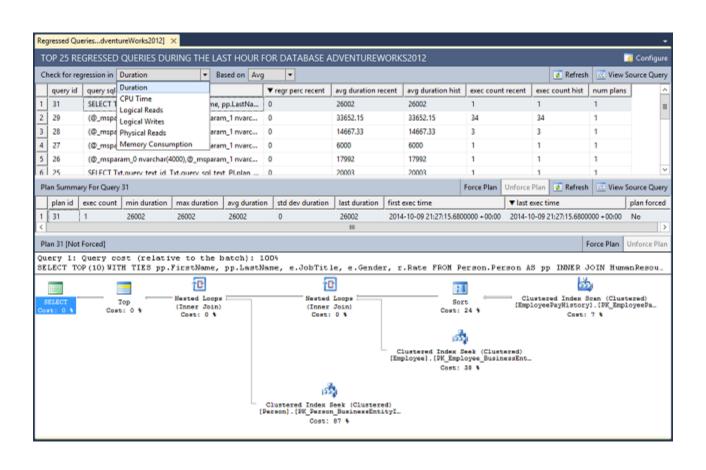
## «Query Store Top Consumers»





## «Query Store Top Consumers»

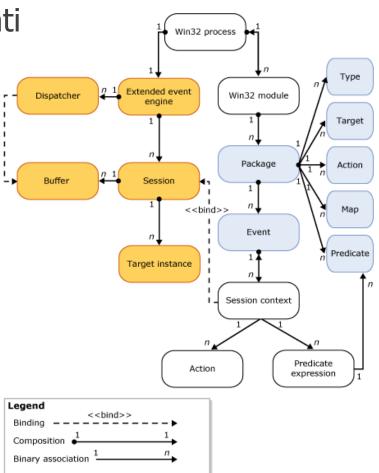


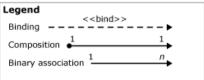


#### **Extended Events**



- Infrastruttura per raccolta eventi
  - Basso impatto
  - Troubleshooting
  - Monitoring mirato
  - Raccolta carico di lavoro





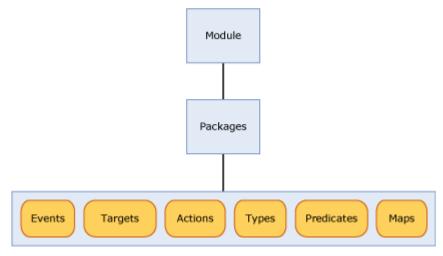


**Extended Events** 

## **Extended Events: Packages**



- Contenitori di oggetti
- Contenuti in moduli
  - Eseguibili
  - DLL



Source: http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb630318.aspx

### **Extended Events: Events**



- Punti di interesse da monitorare
- Definizione informazioni da tracciare
  - Possono essere arricchite tramite Actions
  - Alcune informazioni tracciate solo su richiesta

## **Extended Events: Categories**



- Categorizzazione
  - Conforme a Event Tracing for Windows (ETW)
- Channels
  - Admin, Operational, Analytic e Debug

#### **Extended Events: Events Columns**



- Definizione proprietà tracciate dagli eventi
  - Tipo dato (XE Types)
  - Decodifica (XE Maps)
  - "Customizable": raccolte su richiesta

#### **Extended Events: Actions**



- Eseguite quando viene generato evento
- In genere di due tipi
  - Arricchiscono le informazioni dell'evento (Collect)
    - Es. session\_id, sql\_text, query\_hash
  - Eseguono azioni interne all'engine (Create/Break)
    - Es. Debug break, Memory dump

#### **Extended Events: Predicates**



- Meccanismo di filtro degli eventi
- Applicabilità
  - Payload evento o informazioni di stato globali
- Valutazione
  - Prima/dopo generazione evento
  - Supportato «Short Circuit»

## **Extended Events: Targets**



- Destinazioni per registrare gli eventi
  - Eventi singoli o aggregati
  - Su memoria o File
  - In modalità sincrona o asincrona

## Extended Events: 2008R2 Targets



Nome	Descrizione
etw_classic_sync_target	Utilizzato per correlare gli eventi con Event Tracing for Windows (ETW) su <b>file</b> in modalità <b>sincrona</b>
synchronous_bucketizer	Conta gli eventi raggruppandoli per una proprietà o un azione in <b>memoria</b> in modalità <b>sincrona</b>
asynchronous_bucketizer	Conta gli eventi raggruppandoli per una proprietà o un azione in <b>memoria</b> in modalità <b>asincrona</b>
asynchronous_file_target	Scrive gli eventi su <b>file</b> in modalità <b>asincrona</b>
pair_matching	Accoppia gli eventi in <b>memoria</b> tramite regole di correlazione in modalità <b>asincrona</b>
synchronous_event_counte r	Conta gli eventi di una sessione in memoria in modalità sincrona
ring_buffer	Buffer circolare FIFO per registrare gli eventi in <b>memoria</b> modalità <b>asincrona</b>

## Extended Events: 2012+ targets



Nome	Descrizione	
etw_classic_sync_target	Utilizzato per correlare gli eventi con Event Tracing for Windows (ETW) su <b>file</b> in modalità <b>sincrona</b>	
histogram	Conta gli eventi raggruppandoli per una proprietà o un azione in <b>memoria</b> in modalità <b>asincrona</b>	
event_file	Scrive gli eventi su <b>file</b> in modalità <b>asincrona</b>	
pair_matching	Accoppia gli eventi in <b>memoria</b> tramite regole di correlazione in modalità <b>asincrona</b>	
event_counter	Conta gli eventi di una sessione in memoria in modalità sincrona	
ring_buffer	Buffer circolare FIFO per registrare gli eventi in <b>memoria</b> modalità <b>asincrona</b>	

## Extended Events: Objects DMVs

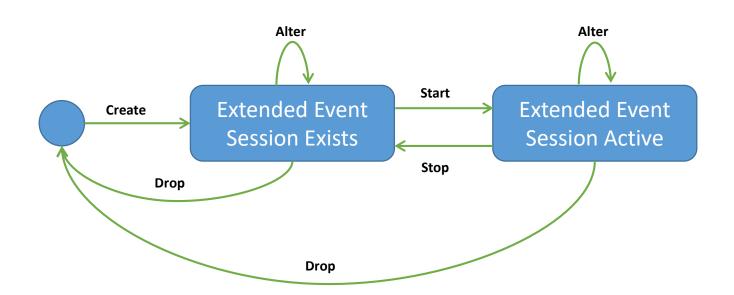


- sys.dm\_xe\_packages
- sys.dm\_xe\_objects
- sys.dm\_xe\_object\_columns
- sys.dm\_xe\_map\_values

### **Extended Events: Sessions**



• Specifica completa per registrare gli eventi



## **Extended Events: Casuality Tracking**



- Permette di correlare le attività
- Aggiunge due proprietà agli eventi
  - attach\_activity\_id.guid
  - attach\_activity\_id.seq

## Extended Events: system\_health



- Predefinita, parte alla partenza del servizio
- Buon punto di inizio per troubleshooting
- Definizione sessione
  - C:\Program Files\Microsoft SQL Server\MSSQLXX.<instanceid>\MSSQL\Install\u\_tables.s ql

## Extended Events: system\_health cosa?



- Molte cose ☺
  - The sql\_text and session\_id for any sessions that encounter an error that has a severity >=20.
  - The sql\_text and session\_id for any sessions that encounter a memory-related error. The errors include 17803, 701, 802, 8645, 8651, 8657 and 8902.
  - A record of any non-yielding scheduler problems. (These appear in the SQL Server error log as error 17883.)
  - Any deadlocks that are detected.
  - The callstack, sql\_text, and session\_id for any sessions that have waited on latches (or other interesting resources) for > 15 seconds.
  - The callstack, sql\_text, and session\_id for any sessions that have waited on locks for > 30 seconds.
  - The callstack, sql\_text, and session\_id for any sessions that have waited for a long time for preemptive waits. The duration varies by wait type. A preemptive wait is where SQL Server is waiting for external API calls.
  - The callstack and session\_id for CLR allocation and virtual allocation failures.
  - The ring\_buffer events for the memory broker, scheduler monitor, memory node OOM, security, and connectivity.
  - System component results from sp\_server\_diagnostics.
  - Instance health collected by scheduler monitor system health ring buffer recorded.
  - CLR Allocation failures.
  - Connectivity errors using connectivity\_ring\_buffer\_recorded.
  - Security errors using security\_error\_ring\_buffer\_recorded.
- http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff877955.aspx

#### **Extended Events: Sessions DMVs**



- Sessioni definite
  - sys.server\_event\_session\*
- Sessioni in esecuzione
  - sys.dm\_xe\_session\*

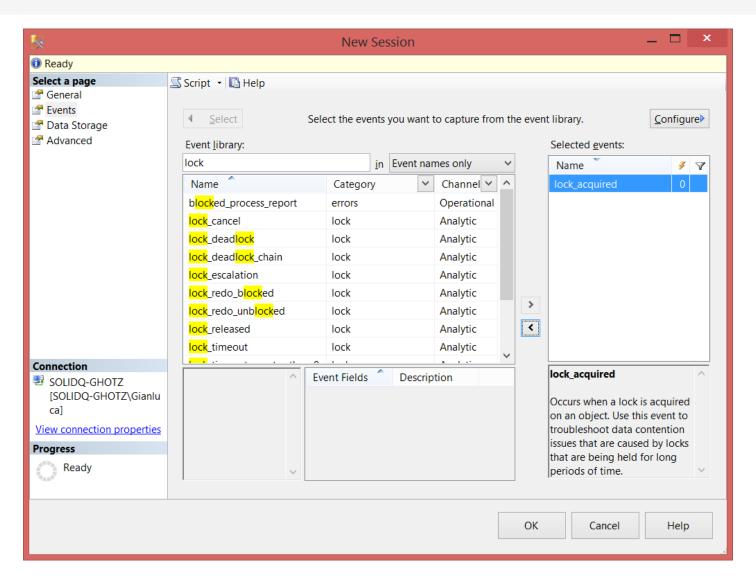
## Creazione sessione: opzioni generali



₩.	New Session ×				
1 Ready					
Select a page	Script → 🖺 He	lp			
☐ General ☐ Events ☐ Data Storage ☐ Advanced		monitor_lock <blank>  ^</blank>			
Connection  SOLIDQ-GHOTZ  [SOLIDQ-GHOTZ\Gianlu  ca]  View connection properties	Start the eve	ent session at server startup. ent session immediately after session creation. ee data on screen as it is captured. ng: vents are related to one another.			
Progress					
Ready					
		OK Cancel Help			

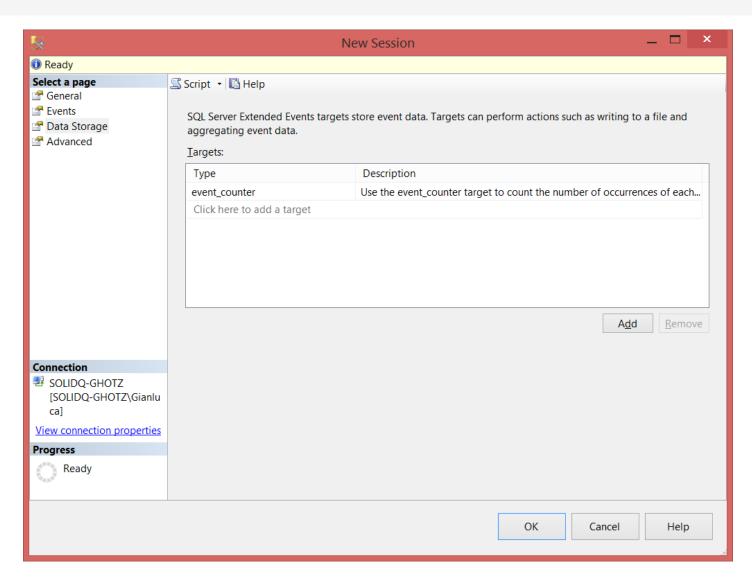
### Creazione sessione: ricerca e selezione eventi





#### Creazione sessione: scelta della destinazione





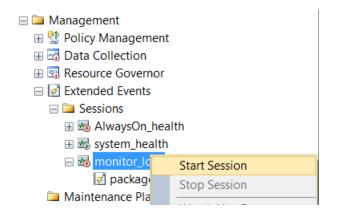
## Creazione della sessione: opzioni avanzate



<u>R</u>		New Session	_ 🗆 x
1 Ready			
Select a page	Script → 🖺 Help		
☐ General ☐ Events ☐ Data Storage ☐ Advanced	Event retention mode:	<ul> <li>Single event loss</li> <li>Multiple event loss</li> <li>No event loss (not recommended)</li> </ul>	
	Maximum dispatch latency:	● In seconds 5 □	
	Max memory size:	4 MB V	
	Max event size:	0 MB V	
	Memory partition mode:	<ul> <li>None</li> </ul>	
	memory partition model	O Per node	
		O Per CPU	
Connection		Restore Defaults	
SOLIDQ-GHOTZ [SOLIDQ-GHOTZ\Gianlu ca]			
View connection properties			
Progress			
Ready			
		OK Cancel	Help

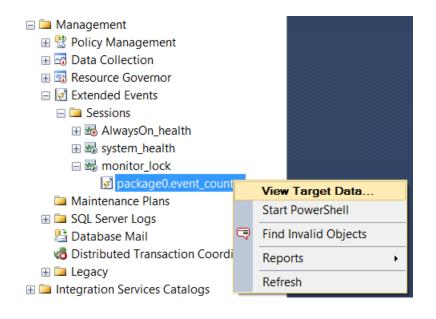
### Attivare la sessione





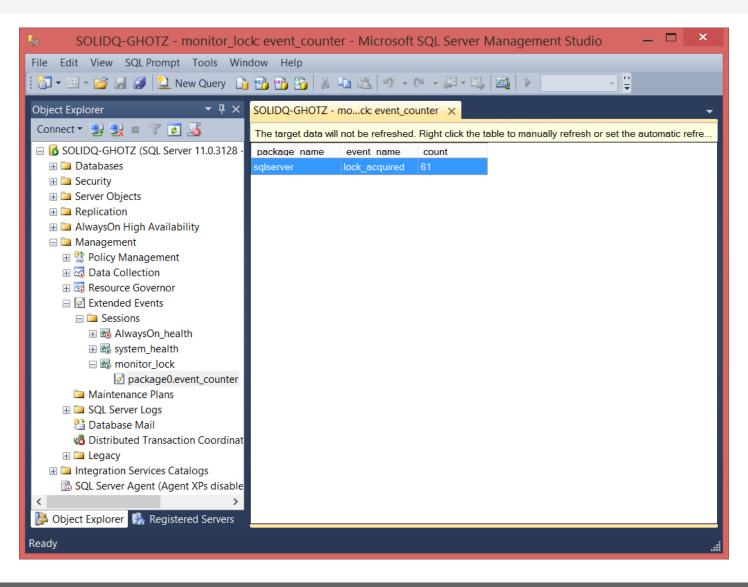
# Visualizzare i dati nella destinazione event\_counter





#### Visualizzare il conteggio degli eventi





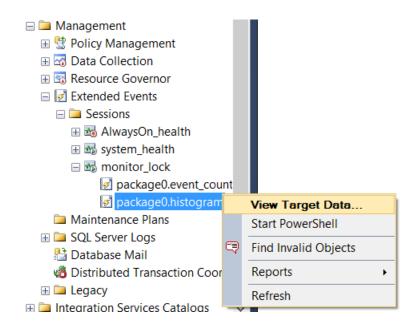
# Aggiungere destinazione istogramma



<u>R</u>		Session Properties 🗆 💌								
1 Ready										
Select a page  General	Script → 🖺 Help									
<ul><li>☑ Events</li><li>☑ Data Storage</li><li>☑ Advanced</li></ul>	SQL Server Extended Events targets store event data. Targets can perform actions such as writing to a file and aggregating event data.									
	Targets:									
	Type De	escription								
	event_counter									
	histogram 🗸 Us	histogram   Use the histogram target to aggregate event data based on a specific event								
	Click here to add a target									
	Properties:				Add	Remo	ve			
Connection	Event to filter on:	lock_acquired					~			
SOLIDQ-GHOTZ	Base buckets on:	Action					V			
[SOLIDQ-GHOTZ\Gianlu		<ul><li>Field</li></ul>	mode				V			
ca]	Maximum number of buckets		mode							
View connection properties	Maximum number of bucket	s. 250 <del>-</del>								
Progress										
Ready										
				ОК	Cancel	Help				

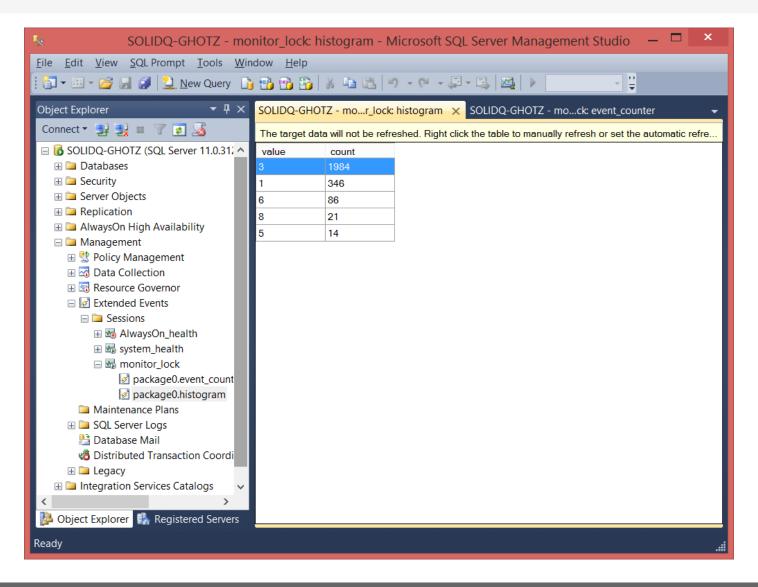
#### Visualizzare i dati della nuova destinazione





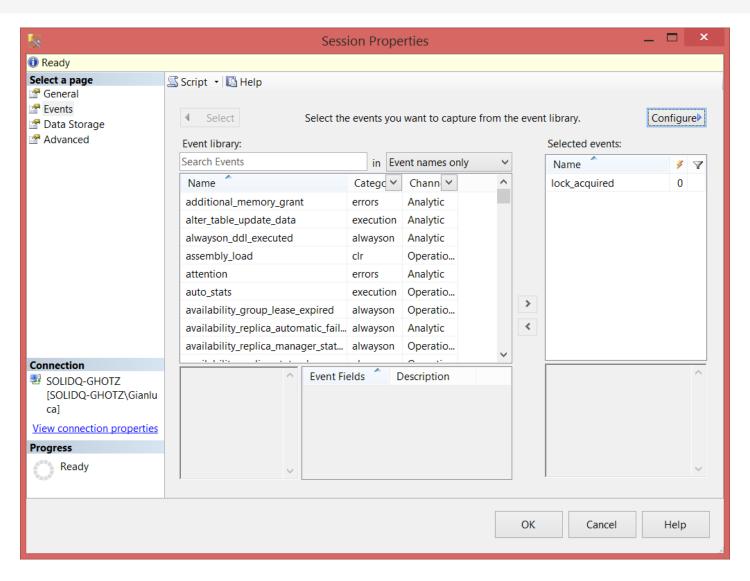
#### Visualizzare il raggruppamento degli eventi





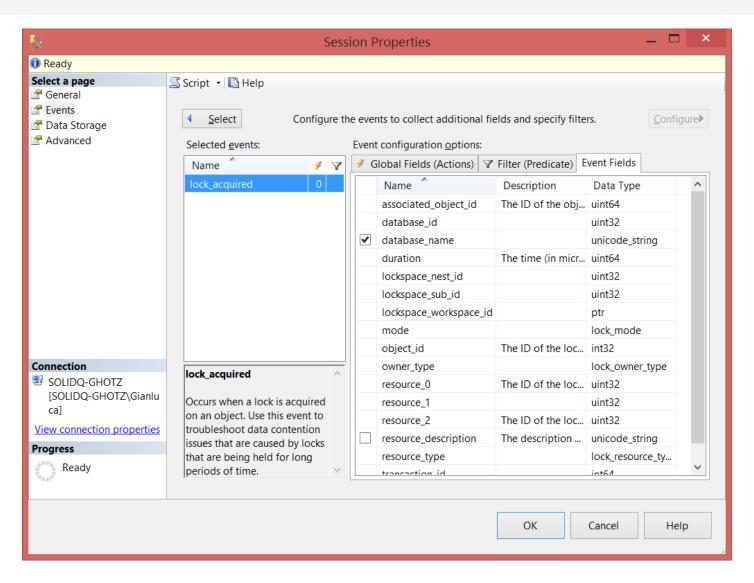
#### Configurare i dati dell'evento





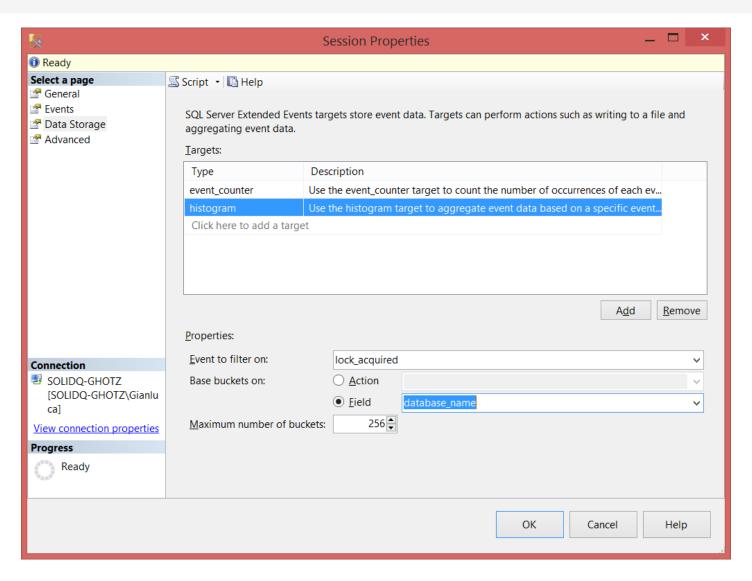
# Scegliere la proprietà opzionale





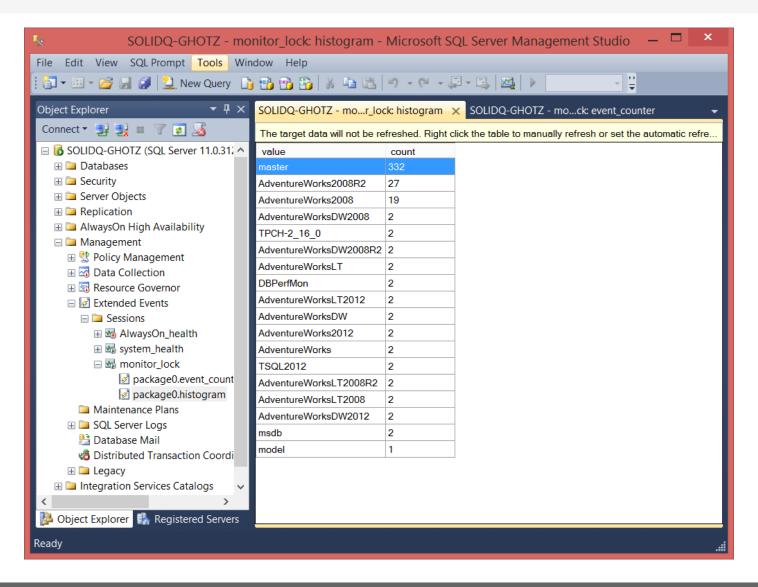
# Cambiare le opzioni dell'istogramma





#### Visualizzare nuovo raggruppamento eventi





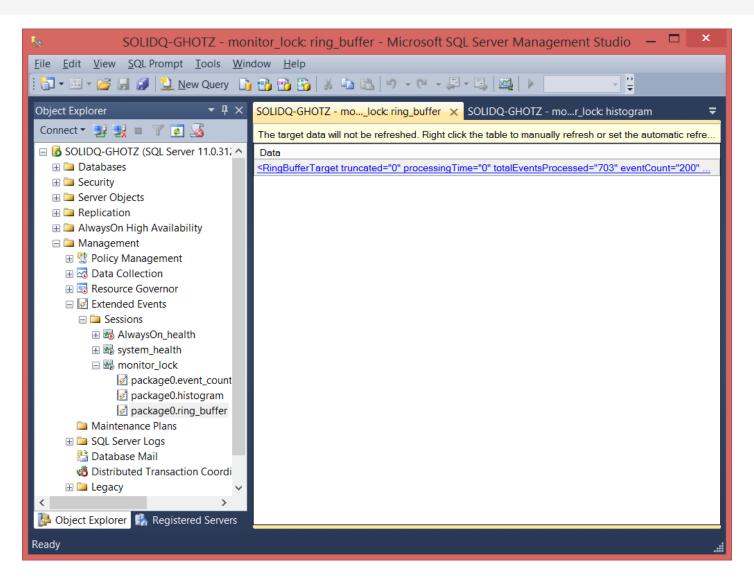
# Aggiungere la destinazione ring\_buffer



<u> </u>		Session Properties		_ 🗆 ×			
Ready							
Select a page  General  Events  Data Storage  Advanced	Script • Help  SQL Server Extended aggregating event of Targets:  Type  event_counter  histogram	Description Use the event_counter targ	get to count the number of oc	ccurrences of each ev			
	histogram  Use the histogram target to aggregate event data based on a specific event  ring_buffer  Asynchronous ring buffer target.  Click here to add a target						
	Properties:			A <u>d</u> d <u>R</u> emove			
Connection	N <u>u</u> mber of events to	o keep (0 means unlimited):	200				
SOLIDQ-GHOTZ [SOLIDQ-GHOTZ\Gianlu ca]  View connection properties	Maximum buffer memory size (0 means unlimited): 5 MB ✓  ☐ Keep a specified number of events (per type) when the buffer is full.  Number of events to keep (per type): 0 →						
		L 4- 71-7	<u> </u>				
<b>Progress</b> Ready							
			ОК	Cancel Help			

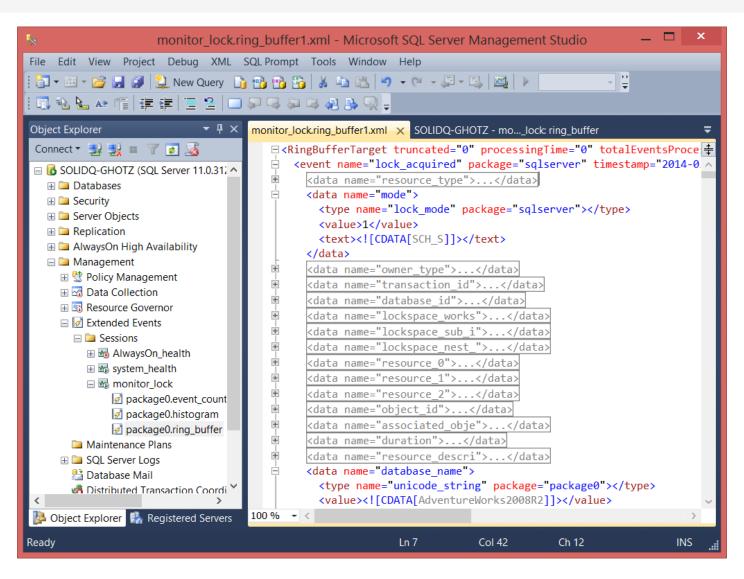
#### Visualizzare la nuova destinazione ring\_buffer





#### Visualizzare il Ring Buffer in XML

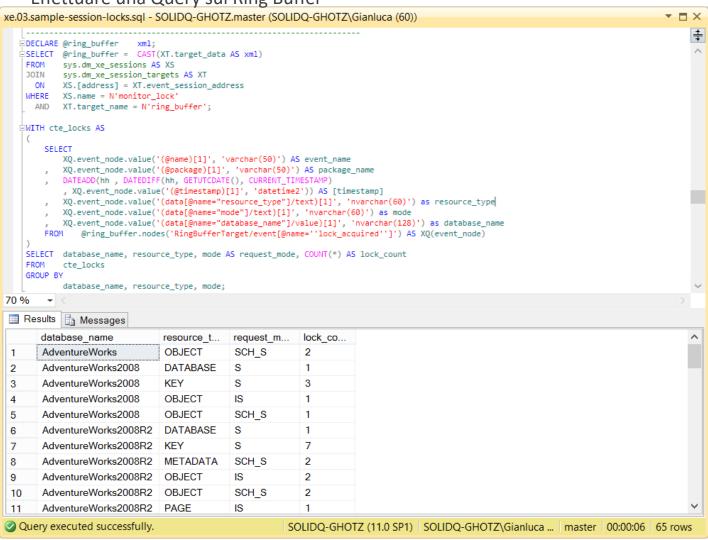




#### Effettuare una Query sul Ring Buffer

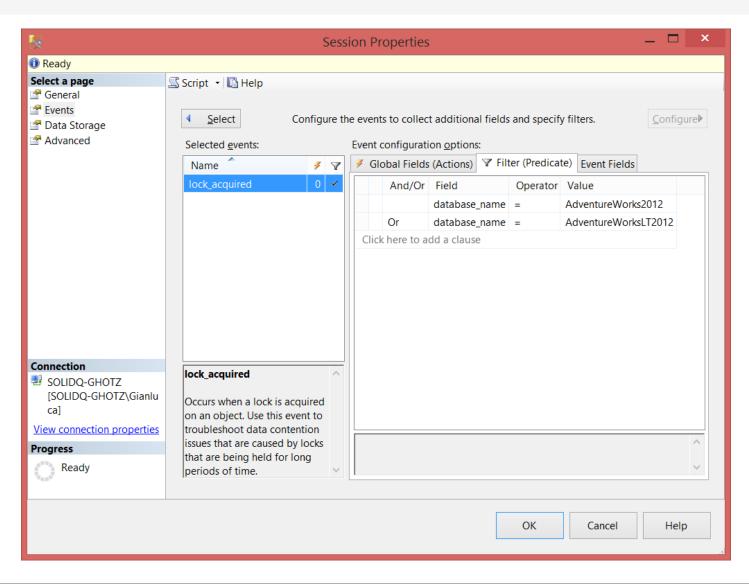


• Effettuare una Query sul Ring Buffer



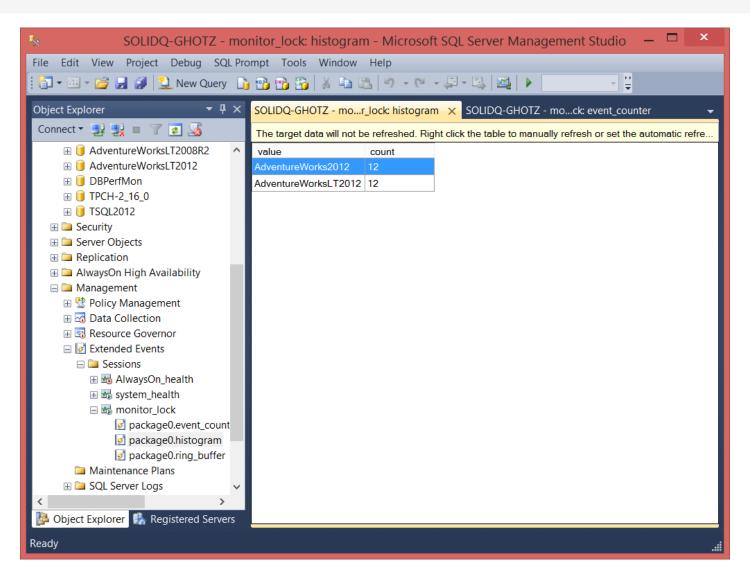
#### Aggiungere un predicato





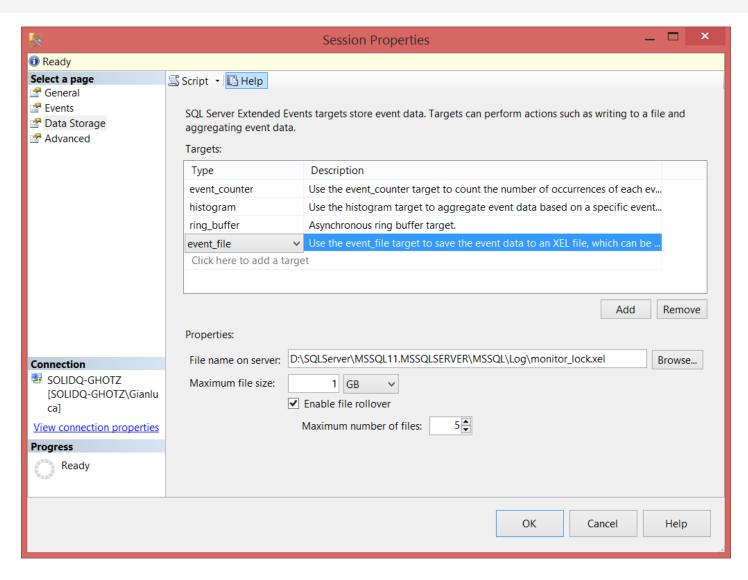
#### Visualizzare gli eventi filtrati dal predicato





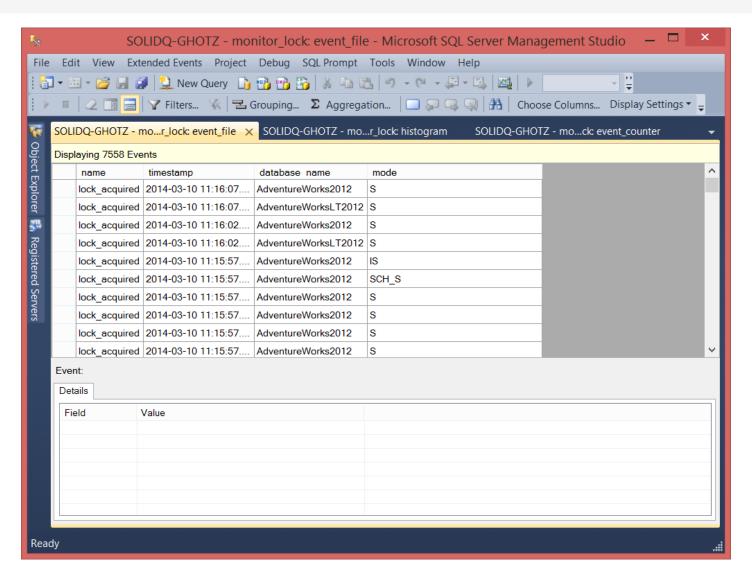
### Aggiungere una destinazione su File





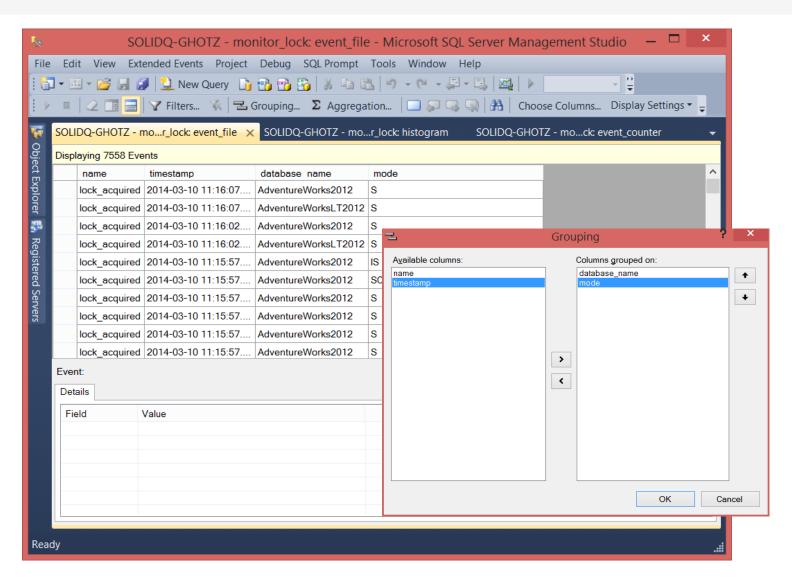
#### Visualizzare la nuova destinazione su File





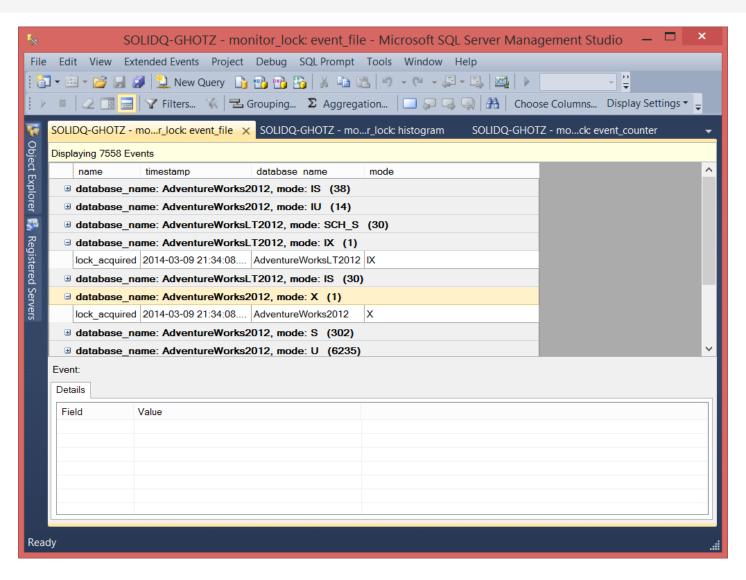
#### Effettuare un raggruppamento





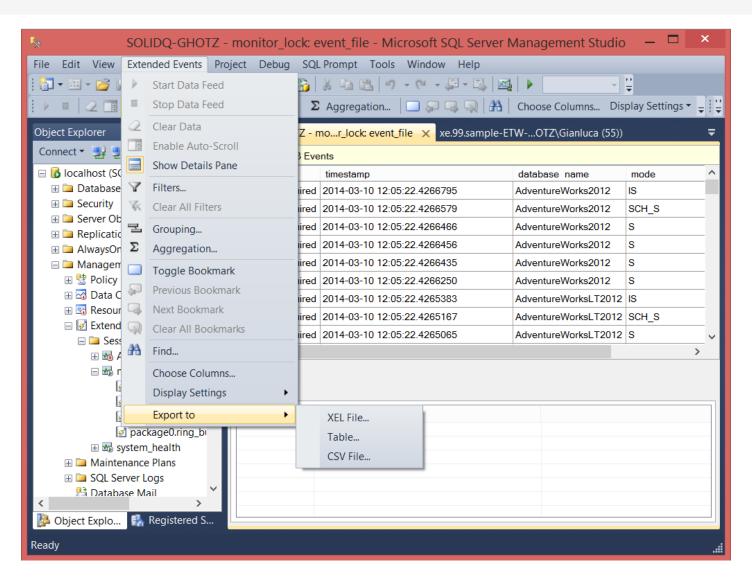
#### Visualizzare i dati raggruppati





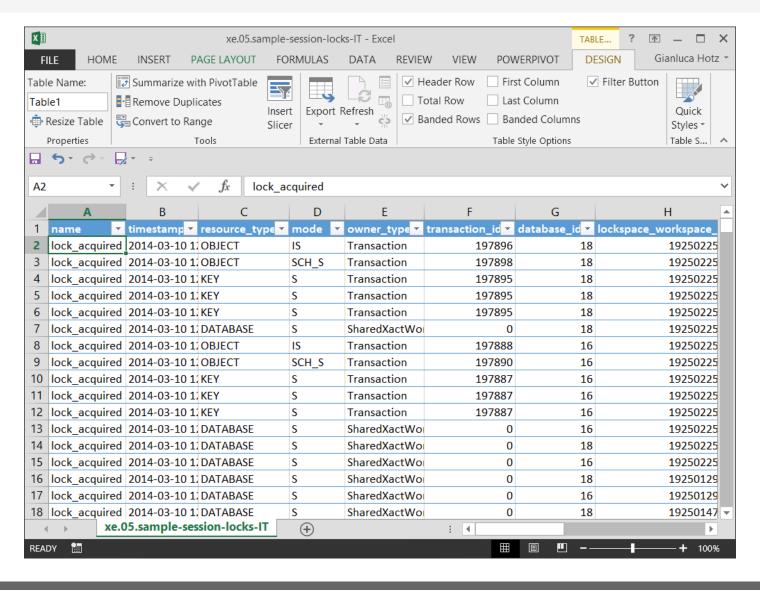
#### Esportare gli eventi





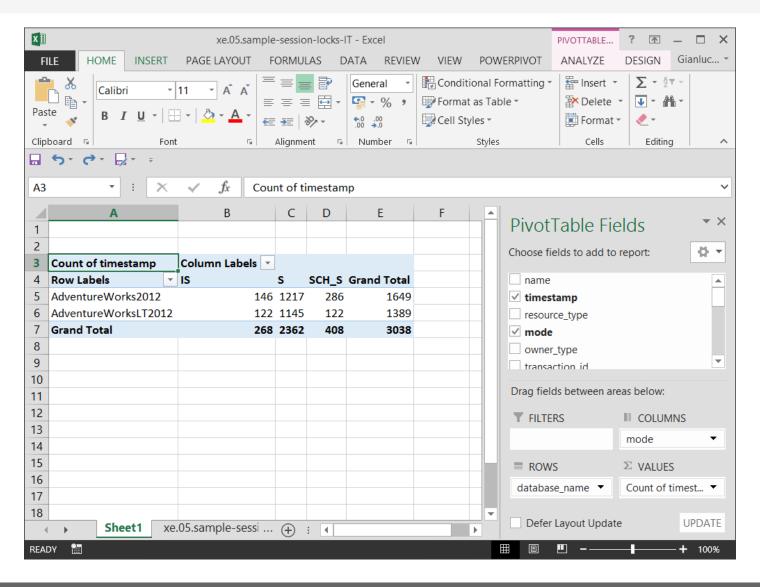
#### Export in CSV e analisi con Excel





#### Pivot Table con Excel





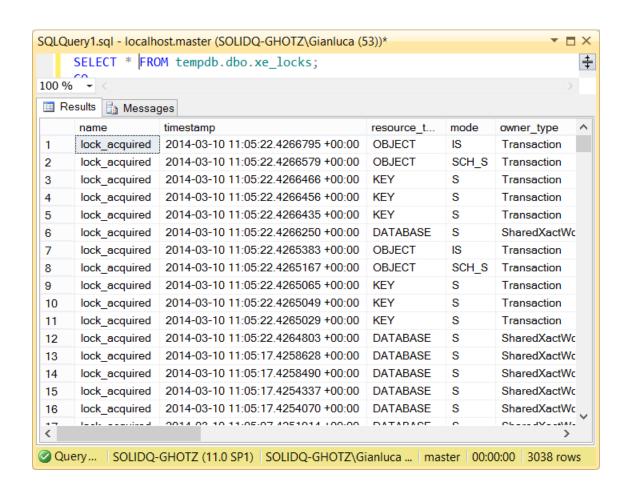
# Esportazione su tabella SQL Server



	Destination Table					
Select the destina	ition table for the target data					
SQL Server:	SOLIDQ-GHOTZ					
Database:	tempdb	~				
Schema:	dbo	~				
Table:	xe_locks	~				
	OK Cancel Help					

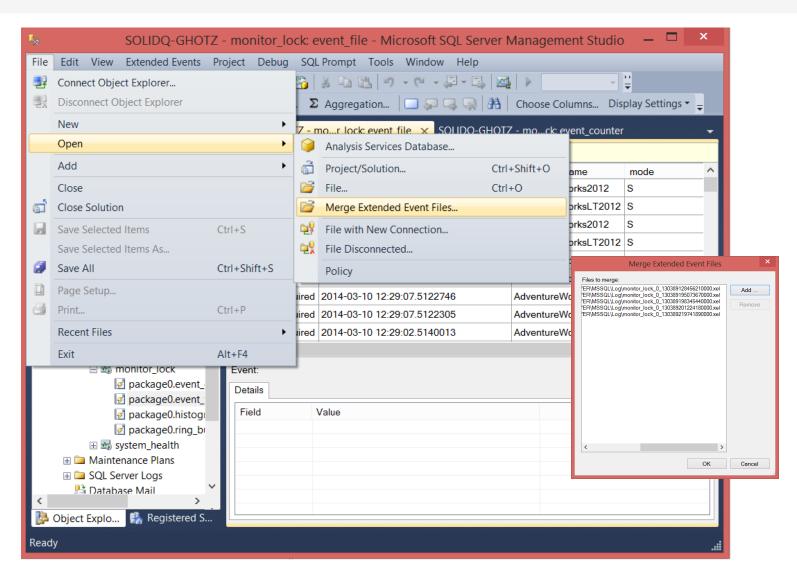
#### Esempio esportazione su tabella e Query





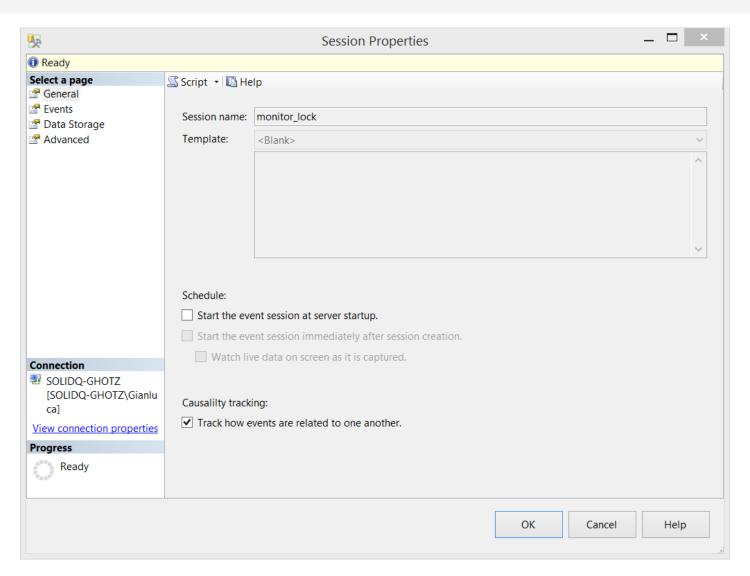
#### Merge dei file .XEL





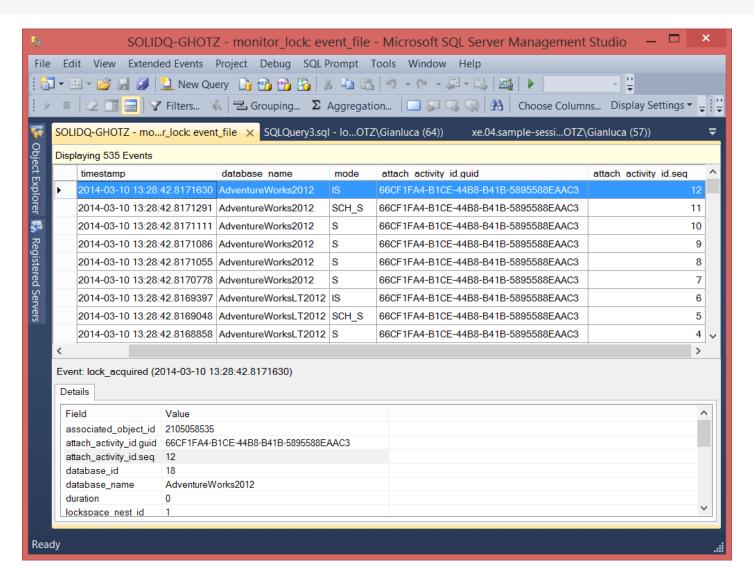
# Opzione avanzata Causality Tracking





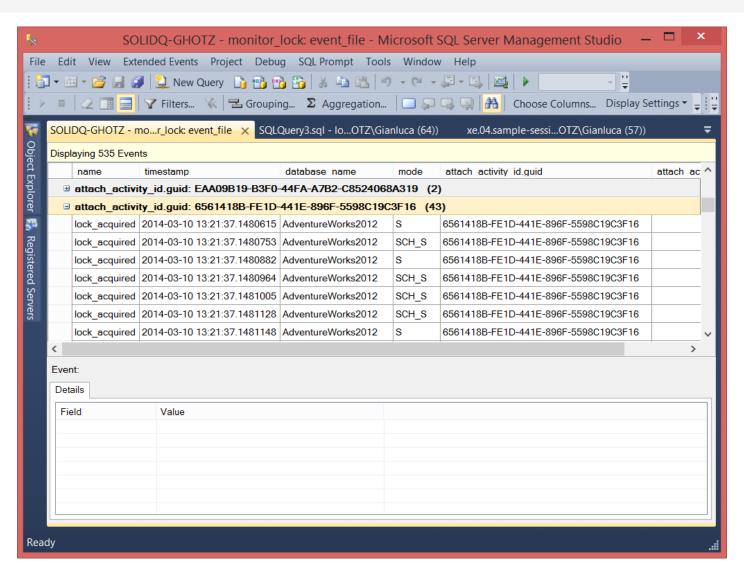
#### Proprietà aggiunte da Causality Tracking





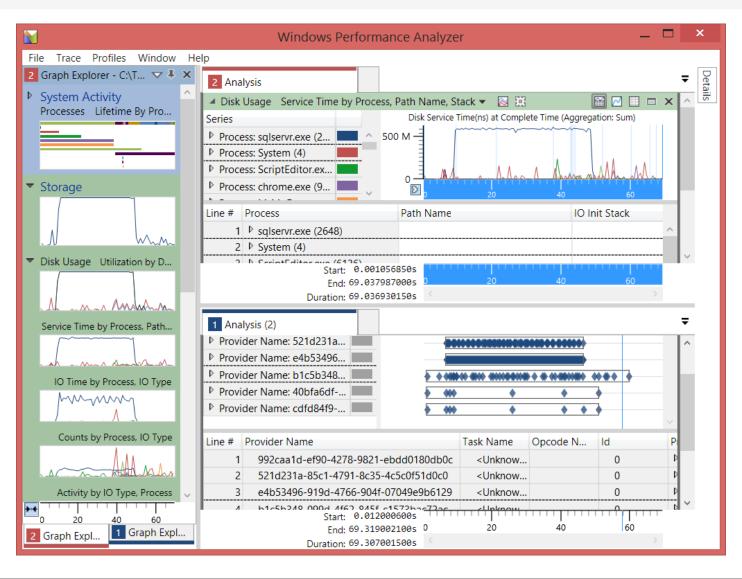
#### Raggruppamento per attività





# Integrazione ETW Windows Performance Analyzer (Xperf)





#### Integrazione con PowerShell

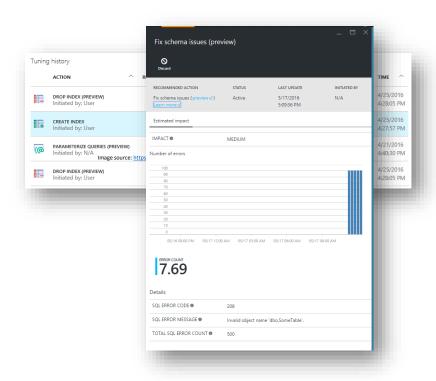


- Estensione del provider
  - SQLSERVER:\XEvent\NomeServer\NomeIstanza
    - Packages
    - Sessions
- Namespace SMO
  - Microsoft.SqlServer.Management.XEvent.Session

#### Azure SQL Database Advisor



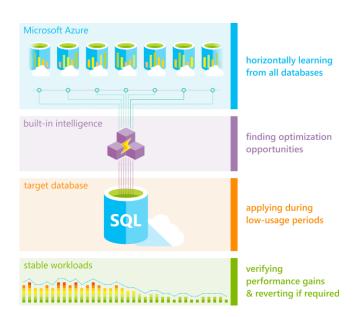
- Raccomandazioni indici
  - Utili (solo «non-clustered»)
  - Inutili (solo duplicati)
  - Automatizzabile
  - Modello ML dietro le quinte
  - Annullamento automatico
- Parametrizzazione Query
  - Annullamento automatico
- Problemi schema



#### Azure SQL Database Automatic Tuning



- FORCE LAST GOOD PLAN (default ON)
- CREATE INDEX (default ON)
- DROP INDEX (default OFF)



#### Query Performance Insight



#### TOP Query per

Consumo CPU/Disco

Durata

Numero esecuzioni

Basato su Query Store

**Annotazioni** 

Da «SQL Database Advisor»

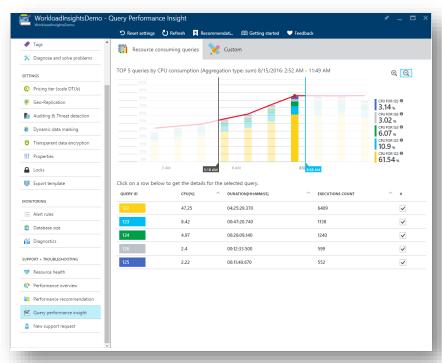
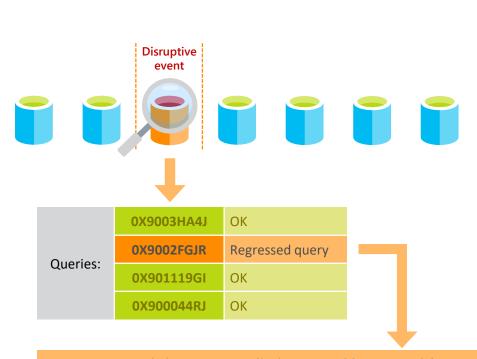


Image source: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/sgl-database/sgl-database-guery-performance

#### **Intelligent Insights**





- Monitoring proattivo
- Rilevazione eventi dirompenti
- Analisi «root cause»
- Disponibile come log in
  - Azure SQL Analytics
  - Stream to Event Hub
  - Archive to Storage

**Root-cause:** Hitting resource limits caused by new ad-hoc query 0X9001RTYU. Impacted query 0X9002FGJR started timing out. Consider stopping the ad-hoc query or increasing your pricing tier.

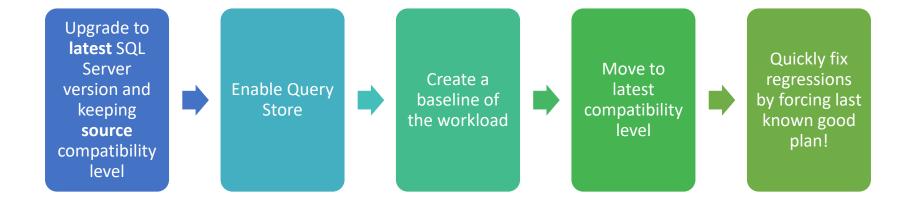
#### Azure SQL Analytics (Preview)



- Prestazioni Database, Elastic Pool, Managed Instance
- Aiuta nella raccolta, correlazione e visualizzazione
  - dati di telemetria
- Su larga scala, cross-sottoscrizioni

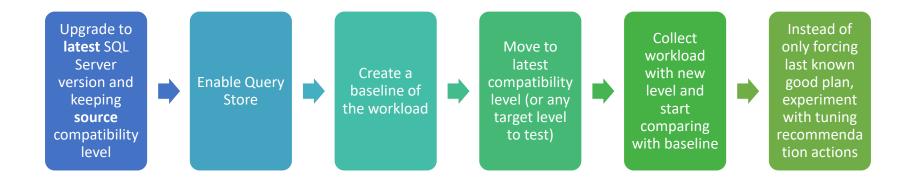
#### Aggiornamento a nuova versione





### Query Tuning Assistant plan





https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/performance/upgrade-dbcompat-using-qta

#### Replay carico di lavoro: Tools

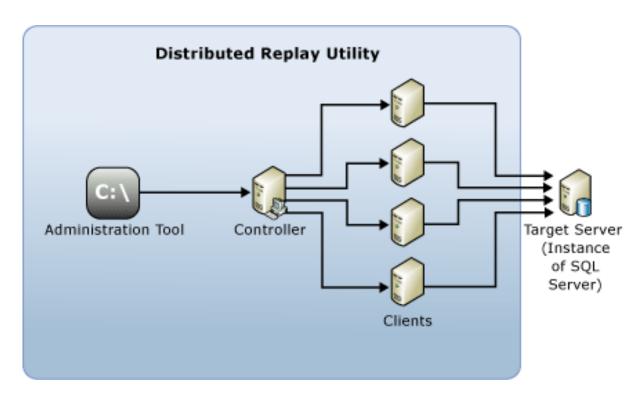


- Funzionalità nativa DReplay
  - Spesso impossibile catturare carico di lavoro
- Workload Tools
  - Utilissimo per replay side-by-side in tempo reale
    - Cattura XE batch completed e fa replay on-the-fly
  - Cattura telemetria esecuzione
    - Cpu, read, write, durata
  - Report per cercare regressioni
  - Sviluppato da un noto MVP ©
  - https://github.com/spaghettidba/WorkloadTools

#### Replay con DReplay



- Funzionalità nativa Distributed Replay
  - Architettura distribuita
  - Spesso impossibile catturare carico di lavoro



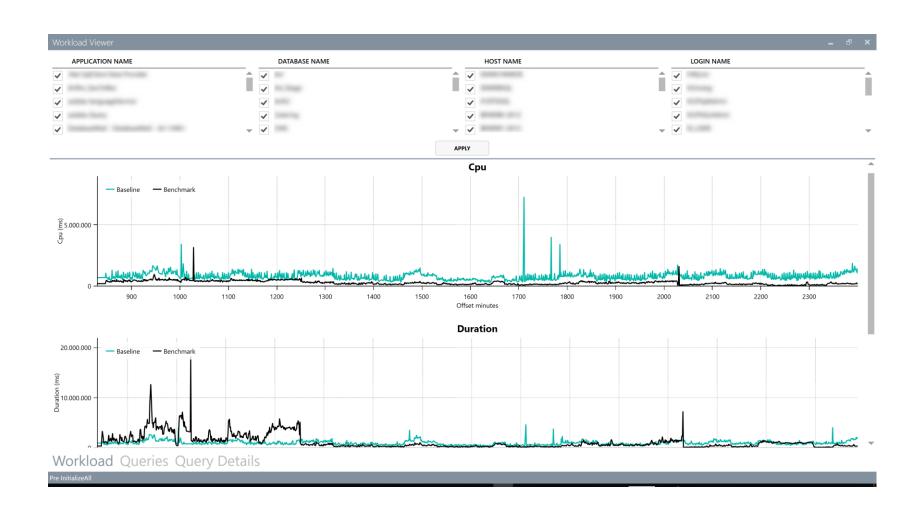
#### Replay con Workload Tools



- Feature unica: replay side-by-side in tempo reale
  - Cattura XE batch\_completed e fa replay al volo
- Origine (Listener)
  - Sessione Extended Events, SQL Trace
  - File XE/Trace convertiti in SQLite
- Destinazione (Consumer)
  - Analysis, Replay, SQLite
- Cattura telemetria esecuzione
  - Cpu, read, write, durata
- Report per cercare regressioni
- Sviluppato da un noto MVP ©
- https://github.com/spaghettidba/WorkloadTools

# **Esempio Workload Tools**





# Esempio Workload Tools



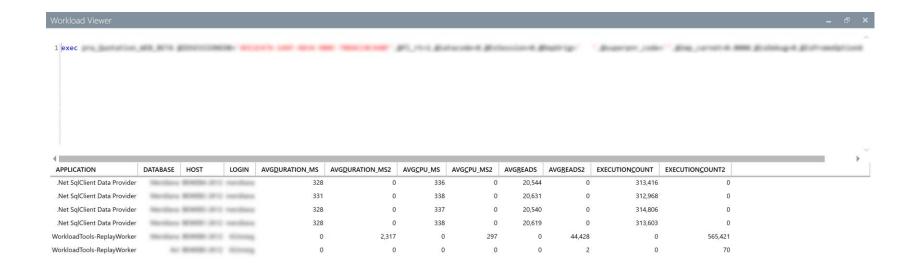
HASH	SUM <u>D</u> URATION_MS	SUM <u>D</u> URATION_MS2	$DIFF\underline{S}UM\_DURATION\_MS \downarrow$	AVG <u>D</u> URATION_MS	AVGDURATION_MS2	SUM <u>C</u> PU_MS	SUM <u>C</u> PU_MS2	DIFF <u>S</u> UM_CPU_MS	AVG <u>C</u> PU_MS	AVGCPU_MS2	SUM <u>R</u> EADS	SUM <u>R</u> EADS2
1322898134292089115	410,335,702	643,174,265	232,838,563	329	2,314	419,224,900	168,848,547	-250,376,353	337	297	25,660,546,719	30,956,461,18
959271306456299157	102,221,444	130,718,021	28,496,577	2,058	4,954	74,275,481	28,281,539	-45,993,942	1,494	1,232	4,477,372,520	1,671,617,29
2187608976272170321	33,645,750	50,840,288	17,194,538	347	1,791	21,105,276	9,171,941	-11,933,335	208	272	1,283,570,702	681,643,24
4434021612314714845	30,934,843	45,442,628	14,507,785	77	288	21,675,344	8,679,121	-12,996,223	54	47	1,316,581,807	581,951,78
1464813706126403824	10,492	14,115,112	14,104,620	9	50,194	1,381	1,477,362	1,475,981	1	5,387	284,287	712,196,94
4046465311252441631	61,453,039	75,190,780	13,737,741	49	170	27,807,767	20,908,199	-6,899,568	22	63	3,171,171,186	1,317,630,97
3090881959272883694	12,910,750	25,734,828	12,824,078	10	74	7,181,041	8,538,749	1,357,708	6	28	630,896,471	373,454,71
3005249857978379804	10,364	12,802,027	12,791,663	9	44,085	1,452	1,983,179	1,981,727	1	7,299	12,134	36,422,36
3278528844896136195	25,735,764	34,993,731	9,257,967	16	33	20,122,706	9,719,534	-10,403,172	12	14	1,770,610,632	754,223,98
-838473072541872586	1,432,361	10,676,706	9,244,345	2	138	210,791	1,511,322	1,300,531	0	5	20,548,723	164,116,18
1313113730401204270	2,856,662	11,653,896	8,797,234	2	23	3,297,612	3,065,053	-232,559	3	9	175,486,393	140,224,63
1343031984048468874	67,401	8,683,738	8,616,337	15	4,511	46,965	391,850	344,885	10	195	9,171,147	88,778,18
1579792294912364330	1,419,202	9,686,390	8,267,188	2	125	154,831	1,798,566	1,643,735	0	51	10,374,232	119,882,10
2749131999517265377	2,461,498	10,317,268	7,855,770	2	20	2,714,567	3,077,323	362,756	2	9	75,050,834	126,160,11
-672308014582823342	8,471,403	16,189,005	7,717,602	6	23	430,442	591,691	161,249	0	1	24,852,707	22,791,69
2083913530989562313	10,504	6,697,546	6,687,042	9	22,963	1,214	561,694	560,480	1	2,036	35,240	21,229,26
996931693920837149	8,171,176	14,000,220	5,829,044	65	263	5,824,462	3,099,614	-2,724,848	46	62	73,043,197	38,893,26
-60260986306959206	10,779,929	15,485,381	4,705,452	101	282	5,802,031	3,447,062	-2,354,969	51	100	1,747,964,251	766,208,64
2897611372689022647	29,688	3,602,178	3,572,490	15	4,431	1,274	570,677	569,403	1	644	241,220	7,592,93
-960723832867078114	3,242,718	6,613,925	3,371,207	2	8	299,302	328,271	28,969	0	1	20,051,395	13,804,66
												h

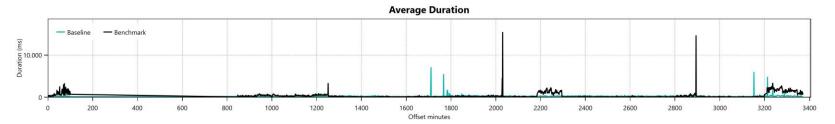
Workload Queries Query Details

re InitializeA

#### **Esempio Workload Tools**







Workload Queries Query Details

re InitializeA

#### **Tool Microsoft**



- RML Tools (ReadTrace)
  - https://github.com/Microsoft/SqlNexus/wiki/RML-Utility
- Diag Manager
  - https://github.com/Microsoft/diagmanager
- SQL Nexus
  - https://github.com/microsoft/SqlNexus
- SQL Tiger Team Toolbox
  - Mining the plan cache
  - Query Performance
  - ReadTrace and SQL Nexus Analysis Queries
  - SQL Performance Baseline
  - SQL Performance Dashboard Reports
  - Waits and Latches
  - System Health Session

#### **Articoli**



- Serie di Jonathan Kehayias
  - An XEvent A Day: 31 days of Extended Events
- Serie di Adam Machanic
  - Documentazione sp whoisactive

#### Contatti



#### Gianluca Hotz

www.ghotz.com

ghotz@ugiss.org

glhotz