

Tarea 05

28 de junio de 2023

1 Descripción del problema a solucionar

Los experimentos realizados buscan evaluar el caché con diferentes configuraciones.

El proceso de correr los experimentos consta de 450 simulaciones, las cuales son ejecutadas en paralelo gracias a un script de *bash* que permite generar archivos de texto con los resultados que luego son utilizados por script de *Python* para generar las tablas solicitadas.

1.1 Instrucciones de ejecución

1. Efecto del tamaño de caché(TC): $chmod + xTC.sh \rightarrow ./TC.sh$
2. Efecto de la asociatividad del caché(AC): $chmod + xAC.sh \rightarrow ./AC.sh$
3. Efecto del tamaño del bloque de caché(BC): $chmod + xBC.sh \rightarrow ./BC.sh$

2 Efecto del tamaño de caché

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbench-41B	1282	0.128	1126	0.127	156	0.14
401.bzip2-226B	23729	2.373	23625	2.54	104	0.149
403.gcc-16B	24090	2.409	19687	2.13	4403	5.801
410.bwaves-1963B	54928	5.493	54028	5.521	900	4.188
416.gamess-875B	37468	3.747	29779	3.18	7689	12.096
429.mcf-184B	111595	11.159	111197	11.199	398	5.602
433.milc-127B	22154	2.215	17759	1.849	4395	11.107
435.gromacs-111B	5119	0.512	5114	0.57	5	0.005
436.cactusADM-180	110294	11.029	103574	11.142	6720	9.546
437.leslie3d-134B	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	21166	2.117	20822	2.139	344	1.287
445.gobmk-17B	63246	6.325	53754	6.058	9492	8.426
450.soplex-247B	76096	7.61	67189	7.053	8907	18.813
453.povray-887B	37171	3.717	34137	3.767	3034	3.239
454.calculix-104B	520	0.052	464	0.047	56	0.901
456.hmmer-191B	11317	1.132	9452	1.036	1865	2.121
458.sjeng-1088B	36554	3.655	33941	3.589	2613	4.802
459.GemsFDTD-116	22920	2.292	22920	2.416	0	0
462.libquantum-134	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30B	2855	0.285	2288	0.234	567	2.721
465.tonto-1769B	28140	2.814	19562	2.1	8578	12.503
470.lbm-1274B	35913	3.591	5555	0.602	30358	39.282
471.omnetpp-188B	91543	9.154	85187	9.753	6356	5.022
473.astar-153B	4765	0.476	4187	0.457	578	0.682
481.wrf-1170B	5962	0.596	4805	0.492	1157	4.841
482.sphinx3-1100B	15856	1.586	15462	1.565	394	3.241
483.xalanbmk-1271	20714	2.071	20714	2.112	0	0

Figura 1: Resultados con tamaño de caché de $8kB$.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-4	471	0.047	438	0.049	33	0.03
401.bzip2-226B	21467	2.147	21390	2.3	77	0.11
403.gcc-16B	22320	2.232	17934	1.941	4386	5.778
410.bwaves-196	25357	2.536	24762	2.531	595	2.769
416.gamess-875	22185	2.219	17669	1.887	4516	7.104
429.mcf-184B	110372	11.037	110084	11.087	288	4.054
433.milc-127B	22119	2.212	17724	1.845	4395	11.107
435.gromacs-11	4700	0.47	4695	0.523	5	0.005
436.cactusADM-	63487	6.349	61053	6.568	2434	3.457
437.leslie3d-134	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	14345	1.435	14066	1.445	279	1.043
445.gobmk-17B	33628	3.363	27857	3.139	5771	5.123
450.soplex-247B	72354	7.235	63747	6.692	8607	18.18
453.povray-887	29787	2.979	27615	3.047	2172	2.319
454.calculix-104	469	0.047	428	0.043	41	0.66
456.hmm-191	9333	0.933	7561	0.829	1772	2.015
458.sjeng-1088B	21201	2.12	19557	2.068	1644	3.021
459.GemsFDTD-	18982	1.898	18982	2.001	0	0
462.libquantum-	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30E	557	0.056	176	0.018	381	1.829
465.tonto-1769E	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnetpp-18	73374	7.337	68391	7.83	4983	3.938
473.astar-153B	4640	0.464	4104	0.448	536	0.632
481.wrf-1170B	5123	0.512	4173	0.428	950	3.975
482.sphinx3-110	12627	1.263	12429	1.258	198	1.629
483.xalanbmk-	20650	2.065	20650	2.105	0	0

Figura 2: Resultados con tamaño de caché de 16kB.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-4	235	0.024	213	0.024	22	0.02
401.bzip2-226B	18860	1.886	18803	2.022	57	0.082
403.gcc-16B	21639	2.164	17257	1.867	4382	5.773
410.bwaves-196	16065	1.607	15623	1.597	442	2.057
416.gamess-875	11729	1.173	9420	1.006	2309	3.632
429.mcf-184B	107254	10.725	107022	10.779	232	3.266
433.milc-127B	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromacs-11	4248	0.425	4243	0.473	5	0.005
436.cactusADM	4344	0.434	4030	0.434	314	0.446
437.leslie3d-134	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	4368	0.437	4174	0.429	194	0.726
445.gobmk-17B	11407	1.141	8643	0.974	2764	2.454
450.soplex-247	67734	6.773	59469	6.242	8265	17.457
453.povray-887	25001	2.5	23142	2.553	1859	1.985
454.calculix-104	420	0.042	399	0.04	21	0.338
456.hmm-191	4097	0.41	2373	0.26	1724	1.961
458.sjeng-1088B	6924	0.692	5756	0.609	1168	2.147
459.GemsFDTD-	17978	1.798	17978	1.895	0	0
462.libquantum-	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-1769	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnetpp-1	27971	2.797	24994	2.862	2977	2.352
473.astar-153B	4449	0.445	3989	0.436	460	0.542
481.wrf-1170B	3834	0.383	3531	0.362	303	1.268
482.sphinx3-110	11943	1.194	11797	1.194	146	1.201
483.xalanbmk-	20642	2.064	20642	2.104	0	0

Figura 3: Resultados con tamaño de caché de 32kB.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectur	Miss rate lectura [%]	Misses escritur	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	234	0.023	212	0.024	22	0.02
401.bzip2-	15453	1.545	15399	1.656	54	0.077
403.gcc-16	21370	2.137	16988	1.838	4382	5.773
410.bwave	13260	1.326	12890	1.317	370	1.722
416.games	3264	0.326	2670	0.285	594	0.934
429.mcf-1	100313	10.031	100126	10.084	187	2.632
433.milc-1	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromc	3757	0.376	3752	0.418	5	0.005
436.cactus	3717	0.372	3404	0.366	313	0.445
437.leslie3	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-	1133	0.113	1106	0.114	27	0.101
445.gobml	3230	0.323	2096	0.236	1134	1.007
450.sople	61798	6.18	53961	5.664	7837	16.553
453.povra	12368	1.237	11259	1.242	1109	1.184
454.calculi	418	0.042	398	0.04	20	0.322
456.hmme	3343	0.334	1634	0.179	1709	1.943
458.sjeng-	1742	0.174	1300	0.137	442	0.812
459.Gemsl	17753	1.775	17753	1.871	0	0
462.libqua	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264r	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omne	17547	1.755	14981	1.715	2566	2.028
473.astar-	3716	0.372	3369	0.368	347	0.409
481.wrf-1	2814	0.281	2692	0.276	122	0.51
482.sphinx	11364	1.136	11222	1.136	142	1.168
483.xalanc	20639	2.064	20639	2.104	0	0

Figura 4: Resultados con tamaño de caché de $64kB$.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectur	Miss rate lectura [%]	Misses escritur	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	234	0.023	212	0.024	22	0.02
401.bzip2-	4754	0.475	4737	0.509	17	0.024
403.gcc-16	21333	2.133	16952	1.834	4381	5.772
410.bwave	11697	1.17	11405	1.166	292	1.359
416.games	1184	0.118	1050	0.112	134	0.211
429.mcf-1	93056	9.306	92887	9.355	169	2.379
433.milc-1	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromc	3103	0.31	3098	0.345	5	0.005
436.cactus	2882	0.288	2569	0.276	313	0.445
437.leslie3	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-	991	0.099	975	0.1	16	0.06
445.gobml	1439	0.144	1008	0.114	431	0.383
450.sople	55180	5.518	47951	5.033	7229	15.269
453.povra	2918	0.292	2652	0.293	266	0.284
454.calculi	418	0.042	398	0.04	20	0.322
456.hmme	2960	0.296	1266	0.139	1694	1.926
458.sjeng-	1220	0.122	989	0.105	231	0.425
459.Gemsl	17753	1.775	17753	1.871	0	0
462.libqua	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264r	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1	23809	2.381	5487	0.595	18322	23.708
471.omne	16512	1.651	13996	1.602	2516	1.988
473.astar-	2866	0.287	2597	0.284	269	0.317
481.wrf-1	2760	0.276	2640	0.27	120	0.502
482.sphinx	10660	1.066	10518	1.065	142	1.168
483.xalanc	20637	2.064	20637	2.104	0	0

Figura 5: Resultados con tamaño de caché de $128kB$.

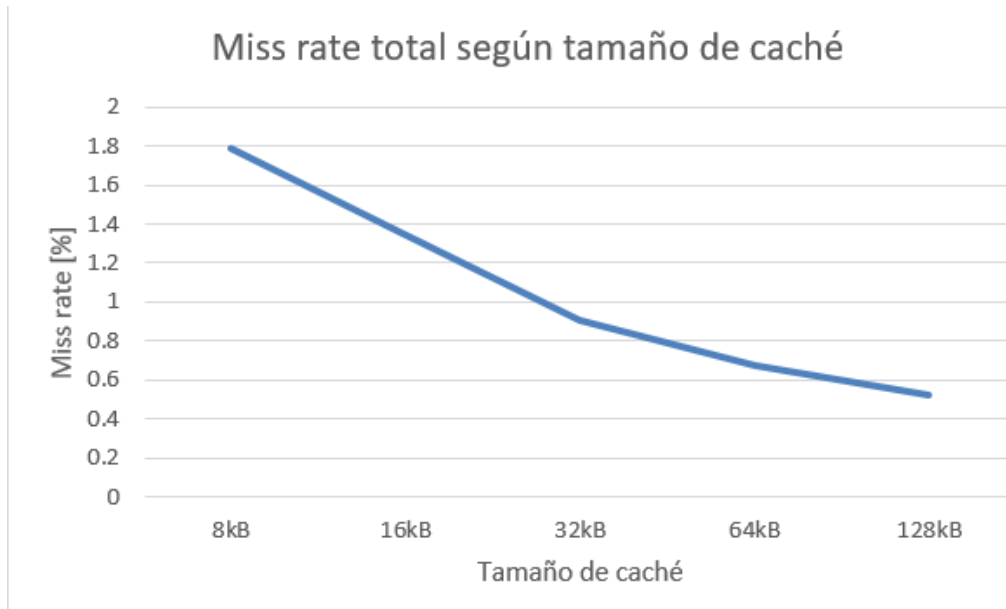


Figura 6: Miss rate total promedio según tamaño de caché.

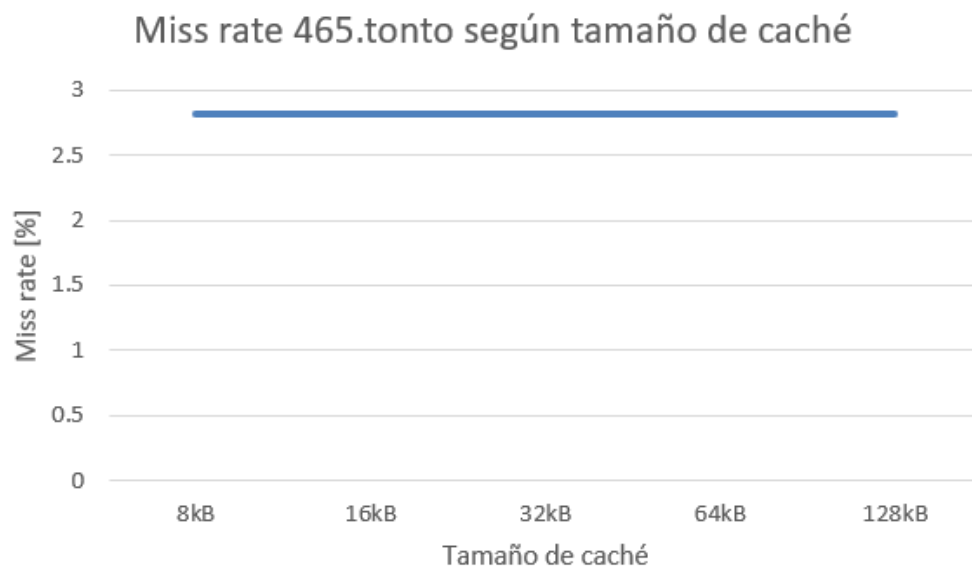


Figura 7: Miss rate total promedio según tamaño de caché de la aplicación **465.tonto-1769B**

2.1 Análisis de resultados

Al aumentar el tamaño del caché, es común observar una disminución en la tasa promedio de fallos (miss rate) total en todas las simulaciones realizadas en esta prueba. Esto se debe a que un caché más grande permite almacenar más bloques en cada conjunto, lo que aumenta la probabilidad de que se encuentre el tag buscado en el respectivo índice, es decir, se produce un acierto (hit).

Sin embargo, aunque este comportamiento es el esperado, no siempre se cumple, como se puede observar en los miss rates obtenidos para el trace **465.tonto-1769B**. En este caso, el miss rate total se mantiene constante en lugar de disminuir. Esto se debe a que la cantidad de bloques requeridos en la memoria para esta aplicación específica es tal que nunca se llega a utilizar todos los bloques correspondientes a los índices indicados por las direcciones en el archivo trace. Como resultado, hay espacio sobrante en el caché que nunca se utiliza. Este espacio no utilizado no afecta ni aumenta ni disminuye el miss rate en el caché, lo que significa que se está utilizando hardware de manera innecesaria.

3 Efecto de la asociatividad del caché

App	Total Misse	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-41B	12824	1.282	10822	1.218	2002	1.797
401.bzip2-226B	24342	2.434	23648	2.542	694	0.993
403.gcc-16B	86183	8.618	81563	8.826	4620	6.087
410.bwaves-1963B	87220	8.722	86886	8.879	334	1.554
416.gamess-875B	36143	3.614	31171	3.329	4972	7.822
429.mcf-184B	108020	10.802	107705	10.848	315	4.434
433.milc-127B	23826	2.383	19175	1.997	4651	11.754
435.gromacs-111B	5836	0.584	5664	0.631	172	0.168
436.cactusADM-1804B	57423	5.742	48771	5.246	8652	12.29
437.leslie3d-134B	6676	0.668	4393	0.446	2283	14.838
444.namd-120B	13666	1.367	13059	1.342	607	2.27
445.gobmk-17B	33497	3.35	26932	3.035	6565	5.828
450.soplex-247B	73165	7.316	64588	6.78	8577	18.116
453.povray-887B	31524	3.152	29095	3.21	2429	2.593
454.calculix-104B	483	0.048	442	0.044	41	0.66
456.hmmer-191B	10465	1.046	8116	0.89	2349	2.671
458.sjeng-1088B	15312	1.531	13368	1.414	1944	3.573
459.GemsFDTD-1169B	27302	2.73	27198	2.867	104	0.203
462.libquantum-1343B	18615	1.861	18615	1.869	0	0
464.h264ref-30B	5350	0.535	3712	0.379	1638	7.861
465.tonto-1769B	30249	3.025	21400	2.298	8849	12.898
470.lbm-1274B	45288	4.529	12861	1.394	32427	41.959
471.omnetpp-188B	55645	5.564	50588	5.792	5057	3.996
473.astar-153B	5998	0.6	5242	0.573	756	0.891
481.wrf-1170B	7091	0.709	5991	0.614	1100	4.602
482.sphinx3-1100B	22693	2.269	22264	2.254	429	3.529
483.xalanbmk-127B	23191	2.319	23185	2.363	6	0.032

Figura 8: Resultados con asociatividad de caché de **mapeo directo**.

App	Total Misse	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-41B	878	0.088	831	0.094	47	0.042
401.bzip2-226B	19591	1.959	19529	2.1	62	0.089
403.gcc-16B	24232	2.423	19786	2.141	4446	5.857
410.bwaves-1963B	84326	8.433	83996	8.584	330	1.536
416.gamess-875B	20316	2.032	17491	1.868	2825	4.444
429.mcf-184B	106950	10.695	106699	10.746	251	3.533
433.milc-127B	22087	2.209	17692	1.842	4395	11.107
435.gromacs-111B	4606	0.461	4553	0.507	53	0.052
436.cactusADM-1804B	12930	1.293	11696	1.258	1234	1.753
437.leslie3d-134B	4692	0.469	2680	0.272	2012	13.077
444.namd-120B	7402	0.74	7246	0.745	156	0.583
445.gobmk-17B	20133	2.013	16115	1.816	4018	3.567
450.soplex-247B	70424	7.042	62043	6.513	8381	17.702
453.povray-887B	26293	2.629	24363	2.688	1930	2.06
454.calculix-104B	440	0.044	403	0.041	37	0.595
456.hmmer-191B	7094	0.709	5094	0.559	2000	2.274
458.sjeng-1088B	10952	1.095	9276	0.981	1676	3.08
459.GemsFDTD-1169B	26505	2.651	26505	2.794	0	0
462.libquantum-1343B	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30B	867	0.087	319	0.033	548	2.63
465.tonto-1769B	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	36744	3.674	6777	0.734	29967	38.776
471.omnetpp-188B	45323	4.532	41619	4.765	3704	2.927
473.astar-153B	4749	0.475	4285	0.468	464	0.547
481.wrf-1170B	4101	0.41	3543	0.363	558	2.335
482.sphinx3-1100B	13275	1.327	13031	1.319	244	2.007
483.xalanbmk-127B	20679	2.068	20679	2.108	0	0

Figura 9: Resultados con asociatividad de caché de **2-way**.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lecturi	Miss rate lectura [%]	Misses escrituri	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-41B	297	0.03	271	0.03	26	0.023
401.bzip2-226B	19086	1.909	19028	2.046	58	0.083
403.gcc-16B	21681	2.168	17299	1.872	4382	5.773
410.bwaves-1963B	85452	8.545	85080	8.695	372	1.731
416.gamess-875B	14819	1.482	11824	1.263	2995	4.712
429.mcf-184B	107141	10.714	106903	10.767	238	3.35
433.milc-127B	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromacs-111B	4301	0.43	4296	0.478	5	0.005
436.cactusADM-1804B	11778	1.178	11072	1.191	706	1.003
437.leslie3d-134B	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	5561	0.556	5378	0.553	183	0.684
445.gobmk-17B	14747	1.475	11246	1.267	3501	3.108
450.soplex-247B	67836	6.784	59547	6.251	8289	17.508
453.povray-887B	24832	2.483	23039	2.542	1793	1.914
454.calculix-104B	420	0.042	400	0.04	20	0.322
456.hmmer-191B	4504	0.45	2759	0.303	1745	1.984
458.sjeng-1088B	8366	0.837	7152	0.756	1214	2.231
459.GemsFDTD-1169B	25213	2.521	25213	2.658	0	0
462.libquantum-1343B	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30B	581	0.058	189	0.019	392	1.881
465.tonto-1769B	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnetpp-188B	37568	3.757	34066	3.9	3502	2.767
473.astar-153B	4789	0.479	4355	0.476	434	0.512
481.wrf-1170B	3876	0.388	3503	0.359	373	1.561
482.sphinx3-1100B	12179	1.218	11951	1.21	228	1.875
483.xalanbmk-127B	20644	2.064	20644	2.104	0	0

Figura 10: Resultados con asociatividad de caché de 4-way.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lecturi	Miss rate lectura [%]	Misses escrituri	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-41B	235	0.024	213	0.024	22	0.02
401.bzip2-226B	18860	1.886	18803	2.022	57	0.082
403.gcc-16B	21639	2.164	17257	1.867	4382	5.773
410.bwaves-1963B	16065	1.607	15623	1.597	442	2.057
416.gamess-875B	11729	1.173	9420	1.006	2309	3.632
429.mcf-184B	107254	10.725	107022	10.779	232	3.266
433.milc-127B	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromacs-111B	4248	0.425	4243	0.473	5	0.005
36.cactusADM-1804	4344	0.434	4030	0.434	314	0.446
437.leslie3d-134B	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	4368	0.437	4174	0.429	194	0.726
445.gobmk-17B	11407	1.141	8643	0.974	2764	2.454
450.soplex-247B	67734	6.773	59469	6.242	8265	17.457
453.povray-887B	25001	2.5	23142	2.553	1859	1.985
454.calculix-104B	420	0.042	399	0.04	21	0.338
456.hmmer-191B	4097	0.41	2373	0.26	1724	1.961
458.sjeng-1088B	6924	0.692	5756	0.609	1168	2.147
59.GemsFDTD-1169	17978	1.798	17978	1.895	0	0
62.libquantum-1343	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30B	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-1769B	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnetpp-188B	27971	2.797	24994	2.862	2977	2.352
473.astar-153B	4449	0.445	3989	0.436	460	0.542
481.wrf-1170B	3834	0.383	3531	0.362	303	1.268
482.sphinx3-1100B	11943	1.194	11797	1.194	146	1.201
483.xalanbmk-127E	20642	2.064	20642	2.104	0	0

Figura 11: Resultados con asociatividad de caché de 8-way.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbench-41B	237	0.024	215	0.024	22	0.02
401.bzip2-226B	18662	1.866	18605	2	57	0.082
403.gcc-16B	21479	2.148	17097	1.85	4382	5.773
410.bwaves-1963B	12023	1.202	11731	1.199	292	1.359
416.gamess-875B	10149	1.015	8545	0.913	1604	2.523
429.mcf-184B	107586	10.759	107367	10.814	219	3.083
433.milc-127B	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromacs-111B	4200	0.42	4195	0.467	5	0.005
436.cactusADM-1804	4205	0.42	3892	0.419	313	0.445
437.leslie3d-134B	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-120B	3657	0.366	3545	0.364	112	0.419
445.gobmk-17B	10592	1.059	7960	0.897	2632	2.337
450.soplex-247B	67457	6.746	59174	6.211	8283	17.495
453.povray-887B	25338	2.534	23481	2.591	1857	1.982
454.calculix-104B	420	0.042	399	0.04	21	0.338
456.hmmer-191B	3680	0.368	1957	0.215	1723	1.959
458.sjeng-1088B	6564	0.656	5498	0.581	1066	1.959
459.GemsFDTD-1169B	17753	1.775	17753	1.871	0	0
462.libquantum-1343	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264ref-30B	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-1769B	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1274B	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnetpp-188B	22034	2.203	19301	2.21	2733	2.16
473.astar-153B	4487	0.449	4016	0.439	471	0.555
481.wrf-1170B	3885	0.389	3602	0.369	283	1.184
482.sphinx3-1100B	11930	1.193	11788	1.193	142	1.168
483.xalanbmk-127B	20641	2.064	20641	2.104	0	0

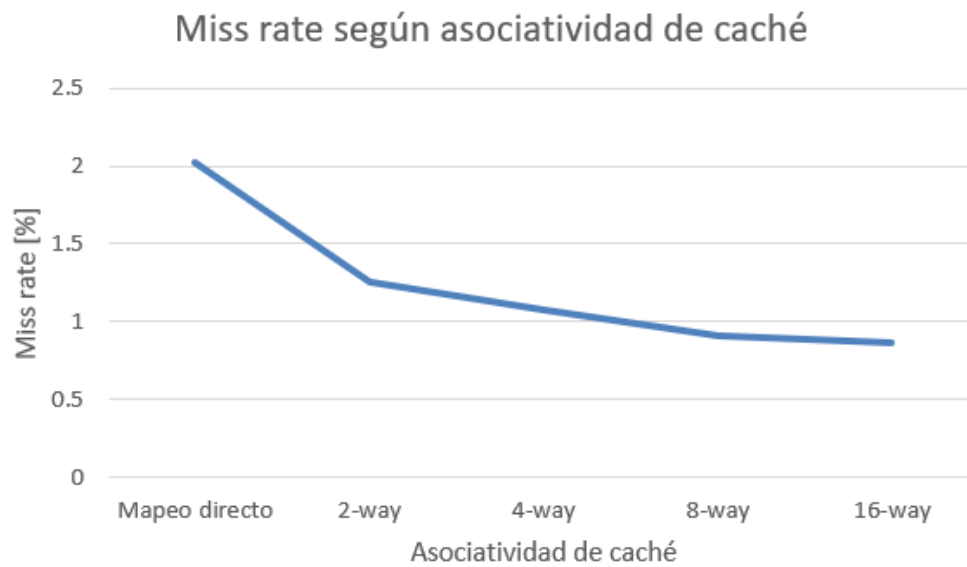
Figura 12: Resultados con asociatividad de caché de **16-way**.

Figura 13: Miss rate total promedio asociatividad de caché.

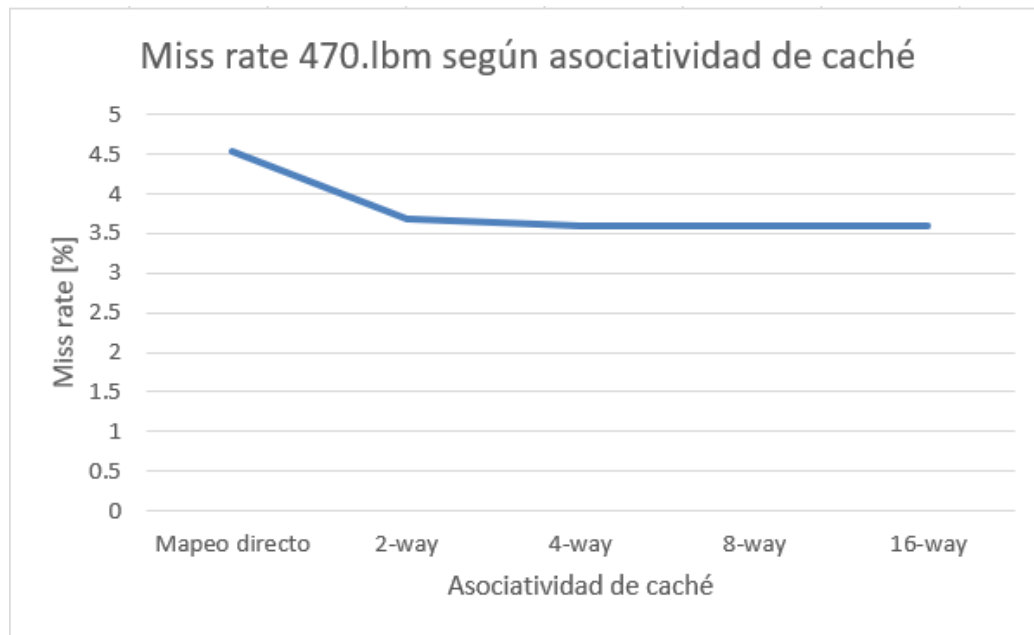


Figura 14: Miss rate total promedio según asociatividad de caché de la aplicación **470.lbm-1274B**

3.1 Análisis de resultados

Al aumentar el tamaño de la asociatividad, se permite consultar una mayor cantidad de bloques al mismo tiempo utilizando el mismo índice. Esto aumenta la probabilidad de que el tag buscado se encuentre en el conjunto, lo que implica que se espera un menor miss rate total. Esto se confirma en la gráfica anterior, donde se observa que el miss rate disminuye a medida que aumenta la asociatividad.

Este comportamiento también se observa en el trace **470.lbm-1274B**, ya que el miss rate comienza a disminuir. Sin embargo, esta disminución se vuelve menos pronunciada a medida que la asociatividad aumenta. Esto se debe a que la asociatividad alcanza un punto en el que el conjunto contiene los tags más utilizados en todo momento, por lo que aumentar la asociatividad no reducirá aún más el miss rate.

Es importante destacar que una mayor asociatividad implica buscar el tag en cada bloque del conjunto, lo que resulta en un tiempo de acierto (hit time) mayor que si se utiliza una asociatividad menor.

4 Efecto del tamaño del bloque de caché

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc	526	0.053	484	0.054	42	0.038
401.bzip2-22	9561	0.956	9517	1.023	44	0.063
403.gcc-16B	78080	7.808	60559	6.553	17521	23.083
410.bwaves-	50241	5.024	48999	5.008	1242	5.779
416.gamess-	10959	1.096	9183	0.981	1776	2.794
429.mcf-184	131010	13.101	130625	13.156	385	5.419
433.milc-127	75018	7.502	57443	5.981	17575	44.415
435.gromacs	8764	0.876	8754	0.975	10	0.01
436.cactusAd	16435	1.643	15215	1.637	1220	1.733
437.leslie3d-	15830	1.583	8012	0.814	7818	50.812
444.namd-12	6807	0.681	6455	0.663	352	1.316
445.gobmk-1	18017	1.802	12178	1.372	5839	5.183
450.soplex-2	96565	9.656	86522	9.082	10043	21.213
453.povray-8	41400	4.14	36969	4.079	4431	4.73
454.calculix-	1351	0.135	1277	0.128	74	1.19
456.hmmer-	14708	1.471	7888	0.865	6820	7.756
458.sjeng-10	7404	0.74	5182	0.548	2222	4.084
459.GemsFD	69706	6.971	69706	7.348	0	0
462.libquant	70583	7.058	70583	7.087	0	0
464.h264ref-	2060	0.206	587	0.06	1473	7.069
465.tonto-17	112252	11.225	77981	8.373	34271	49.953
470.lbm-127	63270	6.327	22078	2.393	41192	53.3
471.omnetpp	33787	3.379	25329	2.9	8458	6.683
473.astar-15	7408	0.741	6072	0.663	1336	1.575
481.wrf-117	13350	1.335	12474	1.278	876	3.665
482.sphinx3-	34498	3.45	34037	3.446	461	3.792
483.xalanabr	36458	3.646	36457	3.716	1	0.005

Figura 15: Resultados con tamaño de bloque de caché de $16kB$.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbenc-41B	340	0.034	311	0.035	29	0.026
401.bzip2-226B	17694	1.769	17623	1.895	71	0.102
403.gcc-16B	41006	4.101	32244	3.489	8762	11.544
410.bwaves-1963B	27735	2.773	27039	2.763	696	3.239
416.gamess-875B	10637	1.064	8907	0.951	1730	2.722
429.mcf-184B	137416	13.742	137115	13.81	301	4.237
433.milc-127B	39729	3.973	30940	3.221	8789	22.211
435.gromacs-111B	5777	0.578	5772	0.643	5	0.005
436.cactusADM-18	8270	0.827	7651	0.823	619	0.879
437.leslie3d-134B	7922	0.792	4012	0.407	3910	25.413
444.namd-120B	3861	0.386	3661	0.376	200	0.748
445.gobmk-17B	13136	1.314	9404	1.06	3732	3.313
450.soplex-247B	78884	7.888	69842	7.331	9042	19.099
453.povray-887B	31895	3.189	29075	3.208	2820	3.01
454.calculix-104B	738	0.074	698	0.07	40	0.644
456.hmmer-191B	7632	0.763	4208	0.461	3424	3.894
458.sjeng-1088B	6556	0.656	4990	0.528	1566	2.878
459.GemsFDTD-11	35210	3.521	35210	3.712	0	0
462.libquantum-13	35294	3.529	35294	3.544	0	0
464.h264ref-30B	1044	0.104	299	0.031	745	3.576
465.tonto-1769B	56179	5.618	39036	4.191	17143	24.988
470.lbm-1274B	45724	4.572	11032	1.196	34692	44.89
471.omnetpp-188B	26114	2.611	21617	2.475	4497	3.554
473.astar-153B	5442	0.544	4661	0.509	781	0.921
481.wrf-1170B	7187	0.719	6706	0.687	481	2.012
482.sphinx3-1100B	19752	1.975	19501	1.974	251	2.065
483.xalanabmk-12	28832	2.883	28831	2.939	1	0.005

Figura 16: Resultados con tamaño de bloque de caché de $32kB$.

App	Total Misse	Miss rate total [%]	Misses lectur	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	235	0.024	213	0.024	22	0.02
401.bzip2-	18860	1.886	18803	2.022	57	0.082
403.gcc-1f	21639	2.164	17257	1.867	4382	5.773
410.bwave	16065	1.607	15623	1.597	442	2.057
416.games	11729	1.173	9420	1.006	2309	3.632
429.mcf-1	107254	10.725	107022	10.779	232	3.266
433.milc-1	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromc	4248	0.425	4243	0.473	5	0.005
436.cactus	4344	0.434	4030	0.434	314	0.446
437.leslie3	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-	4368	0.437	4174	0.429	194	0.726
445.gobml	11407	1.141	8643	0.974	2764	2.454
450.sople	67734	6.773	59469	6.242	8265	17.457
453.povra	25001	2.5	23142	2.553	1859	1.985
454.calculi	420	0.042	399	0.04	21	0.338
456.hmme	4097	0.41	2373	0.26	1724	1.961
458.sjeng-	6924	0.692	5756	0.609	1168	2.147
459.Gemsl	17978	1.798	17978	1.895	0	0
462.libqua	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264r	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omne	27971	2.797	24994	2.862	2977	2.352
473.astar-	4449	0.445	3989	0.436	460	0.542
481.wrf-1	3834	0.383	3531	0.362	303	1.268
482.sphinx	11943	1.194	11797	1.194	146	1.201
483.xalanc	20642	2.064	20642	2.104	0	0

Figura 17: Resultados con tamaño de bloque de caché de $64kB$.

App	Total Misse	Miss rate total [%]	Misses lectura	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	233	0.023	217	0.024	16	0.014
401.bzip2-	19963	1.996	19902	2.14	61	0.087
403.gcc-1f	11183	1.118	8991	0.973	2192	2.888
410.bwave	11265	1.127	10933	1.117	332	1.545
416.games	12152	1.215	9572	1.022	2580	4.059
429.mcf-1	108355	10.835	108160	10.893	195	2.745
433.milc-1	13260	1.326	11061	1.152	2199	5.557
435.gromc	3542	0.354	3538	0.394	4	0.004
436.cactus	13844	1.384	13461	1.448	383	0.544
437.leslie3	1990	0.199	1011	0.103	979	6.363
444.namd-	4467	0.447	4306	0.442	161	0.602
445.gobml	11074	1.107	8874	1	2200	1.953
450.sople	60452	6.045	52768	5.539	7684	16.23
453.povra	18098	1.81	16901	1.865	1197	1.278
454.calculi	250	0.025	234	0.024	16	0.257
456.hmme	2286	0.229	1414	0.155	872	0.992
458.sjeng-	9076	0.908	8113	0.858	963	1.77
459.Gemsl	9353	0.935	9353	0.986	0	0
462.libqua	8826	0.883	8826	0.886	0	0
464.h264r	311	0.031	112	0.011	199	0.955
465.tonto-	14109	1.411	9816	1.054	4293	6.257
470.lbm-1	24989	2.499	2758	0.299	22231	28.766
471.omne	39869	3.987	37231	4.263	2638	2.085
473.astar-	3890	0.389	3616	0.395	274	0.323
481.wrf-1	2081	0.208	1859	0.19	222	0.929
482.sphinx	8039	0.804	7945	0.804	94	0.773
483.xalanc	13666	1.367	13666	1.393	0	0

Figura 18: Resultados con tamaño de bloque de caché de $128kB$.

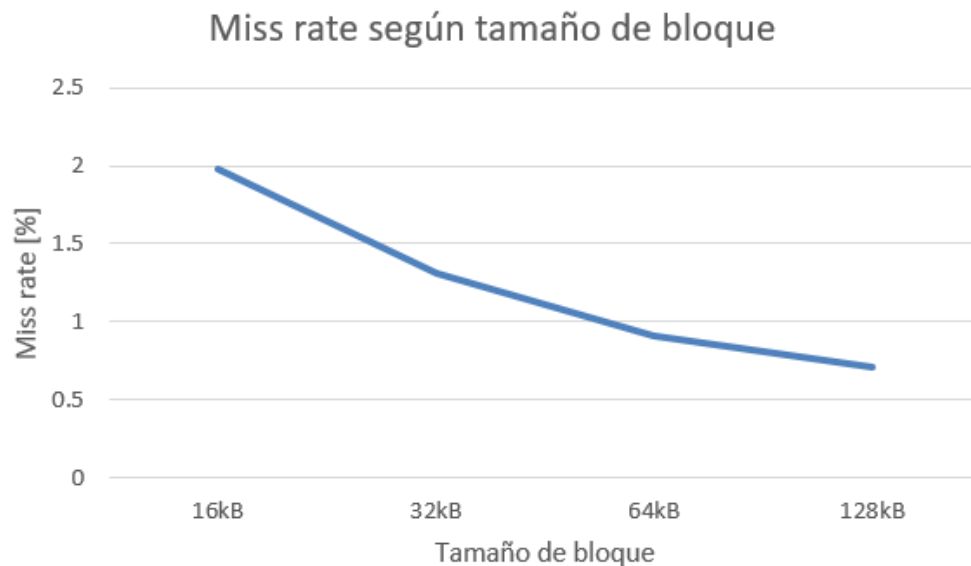


Figura 19: Miss rate total promedio tamaño de bloque de caché.

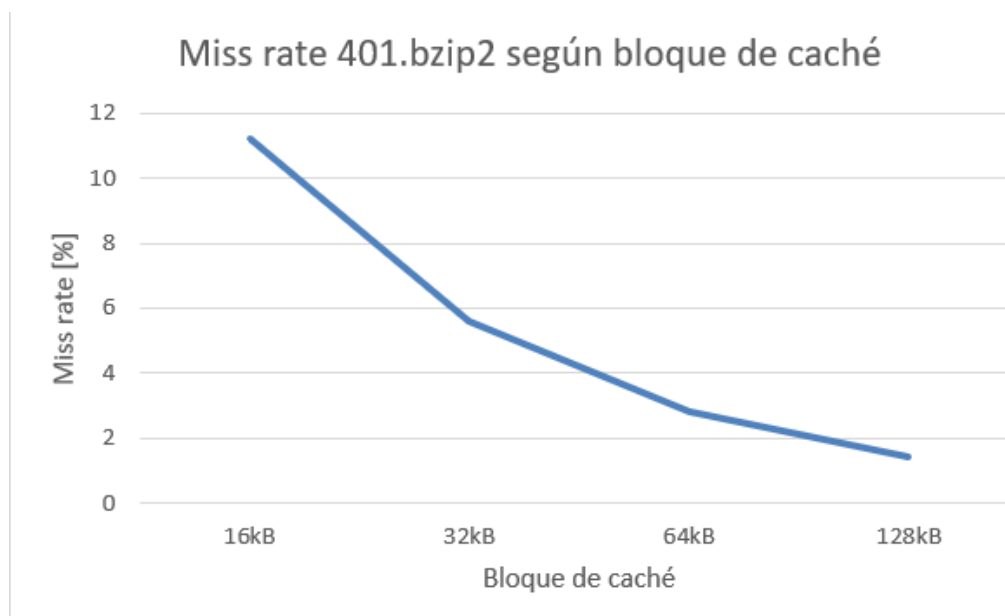


Figura 20: Miss rate total promedio tamaño de bloque de caché de la aplicación **401.bzip2-226B**

4.1 Análisis de resultados

Se puede observar que, en el promedio de las pruebas, incrementar el tamaño del bloque en el caché resulta beneficioso porque el miss rate total tiende a disminuir, ésto debido a la explotación del principio de localidad espacial en los programas. Cuando se incrementa el tamaño del bloque en el caché, se almacenan más datos contiguos en cada acceso a la memoria principal. Al tener bloques más grandes en el caché, se aumenta la cantidad de datos almacenados en el mismo espacio físico. Esto significa que hay una mayor probabilidad de que los datos solicitados en una instrucción o acceso a memoria se encuentren dentro de un bloque en el caché. Por lo tanto, se producen menos fallos de caché (misses) y se mejora el rendimiento general del sistema.

En el trace **401.bzip2-226B** también este comportamiento en donde al incrementar el tamaño del bloque, el miss rate disminuye significativamente.

Es importante tener en cuenta que el tamaño del bloque en el caché no puede aumentarse indefinidamente, ya que un tamaño excesivamente grande puede llevar a problemas de fragmentación y un uso ineficiente de la memoria caché.

5 Efecto de la política de reemplazo de caché

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectur	Miss rate lectura [%]	Misses escritur	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	235	0.024	213	0.024	22	0.02
401.bzip2-	18860	1.886	18803	2.022	57	0.082
403.gcc-1f	21639	2.164	17257	1.867	4382	5.773
410.bwave	16065	1.607	15623	1.597	442	2.057
416.games	11729	1.173	9420	1.006	2309	3.632
429.mcf-1	107254	10.725	107022	10.779	232	3.266
433.milc-1	22083	2.208	17688	1.842	4395	11.107
435.gromacs	4248	0.425	4243	0.473	5	0.005
436.cactus	4344	0.434	4030	0.434	314	0.446
437.leslie3	3968	0.397	2012	0.204	1956	12.713
444.namd-	4368	0.437	4174	0.429	194	0.726
445.gobml	11407	1.141	8643	0.974	2764	2.454
450.soplex	67734	6.773	59469	6.242	8265	17.457
453.povray	25001	2.5	23142	2.553	1859	1.985
454.calculi	420	0.042	399	0.04	21	0.338
456.hmme	4097	0.41	2373	0.26	1724	1.961
458.sjeng-	6924	0.692	5756	0.609	1168	2.147
459.Gemsl	17978	1.798	17978	1.895	0	0
462.libqua	17649	1.765	17649	1.772	0	0
464.h264r	555	0.056	174	0.018	381	1.829
465.tonto-	28139	2.814	19562	2.1	8577	12.502
470.lbm-1	35867	3.587	5509	0.597	30358	39.282
471.omnet	27971	2.797	24994	2.862	2977	2.352
473.astar-	4449	0.445	3989	0.436	460	0.542
481.wrf-1	3834	0.383	3531	0.362	303	1.268
482.sphinx	11943	1.194	11797	1.194	146	1.201
483.xalanc	20642	2.064	20642	2.104	0	0

Figura 21: Resultados con política de reemplazo de caché: LRU.

App	Total Misses	Miss rate total [%]	Misses lectur	Miss rate lectura [%]	Misses escritura	Miss rate escritura [%]
400.perlbe	323	0.032	293	0.033	30	0.027
401.bzip2-	18444	1.844	18366	1.975	78	0.112
403.gcc-1f	28585	2.858	24143	2.613	4442	5.852
410.bwave	26431	2.643	26065	2.664	366	1.703
416.games	11729	1.173	9521	1.017	2208	3.474
429.mcf-1	107425	10.742	107127	10.789	298	4.195
433.milc-1	22355	2.236	17930	1.867	4425	11.183
435.gromacs	4823	0.482	4760	0.53	63	0.062
436.cactus	10329	1.033	9596	1.032	733	1.041
437.leslie3	4425	0.443	2433	0.247	1992	12.947
444.namd-	5540	0.554	5364	0.551	176	0.658
445.gobml	16109	1.611	12659	1.427	3450	3.063
450.soplex	71320	7.132	62886	6.601	8434	17.814
453.povray	26504	2.65	24418	2.694	2086	2.227
454.calculi	475	0.048	439	0.044	36	0.579
456.hmme	6015	0.602	4096	0.449	1919	2.182
458.sjeng-	9537	0.954	8196	0.867	1341	2.465
459.Gemsl	21899	2.19	21894	2.308	5	0.01
462.libqua	17799	1.78	17798	1.787	1	0.025
464.h264r	696	0.07	295	0.03	401	1.925
465.tonto-	28390	2.839	19800	2.126	8590	12.521
470.lbm-1	38668	3.867	8268	0.896	30400	39.336
471.omnet	37458	3.746	33813	3.871	3645	2.88
473.astar-	5162	0.516	4585	0.501	577	0.68
481.wrf-1	4690	0.469	4083	0.418	607	2.54
482.sphinx	14167	1.417	13923	1.409	244	2.007
483.xalanc	21896	2.19	21894	2.232	2	0.011

Figura 22: Resultados con política de reemplazo de caché: aleatorio.

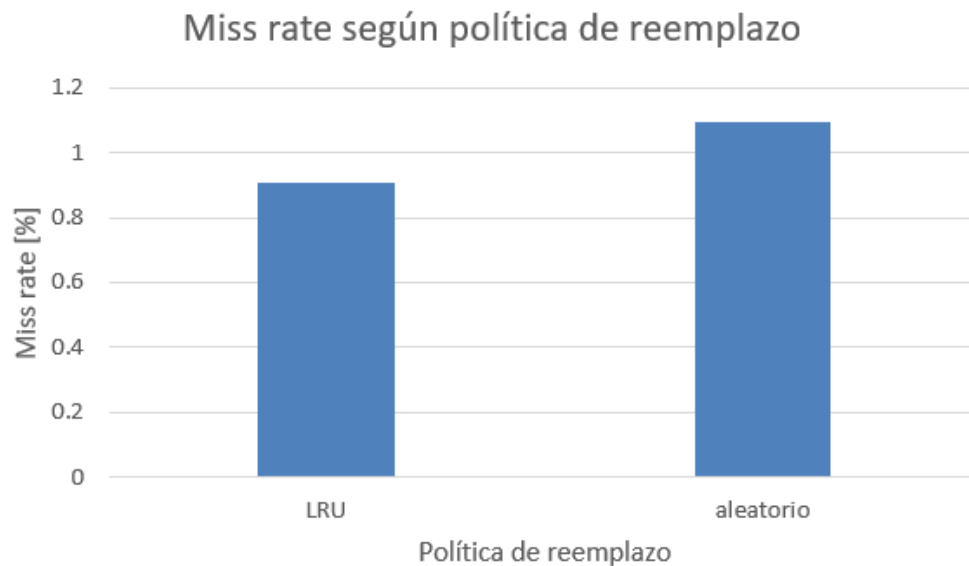


Figura 23: Miss rate total promedio según política de reemplazo de caché.

5.1 Análisis de resultados

En la gráfica anterior, se puede observar una clara diferencia entre el uso de la política de reemplazo LRU (Least Recently Used) y un enfoque de reemplazo completamente aleatorio para los bloques de memoria en un conjunto determinado.

La política LRU busca reemplazar el bloque de memoria que ha sido utilizado menos recientemente en un conjunto específico, con la expectativa de que este comportamiento se mantenga y el bloque reemplazado permanezca sin ser consultado nuevamente. Por otro lado, el enfoque aleatorio selecciona un bloque de memoria de forma completamente al azar utilizando una función que genera un número entero aleatorio dentro del rango deseado.

En este experimento, se observa que la política LRU proporciona un miss rate total menor en comparación con el reemplazo aleatorio. Esto tiene sentido, ya que la política LRU se basa en la premisa de que el bloque que se reemplaza tenderá a permanecer sin ser consultado nuevamente en un futuro cercano. Por lo tanto, los resultados obtenidos respaldan la eficacia de la política LRU en la reducción del miss rate total y son considerados satisfactorios.