

Top500

Computación de alto rendimiento

Lina María Hernández Vargas
Universidad Industrial de Santander, UIS
Bucaramanga, Santander
Lina.hernandez.24@hotmail.com

Julián Andrés Hernández Quintero
Universidad Industrial de Santander, UIS
Bucaramanga, Santander
juliher.094@gmail.com

Abstract—Este documento electrónico se enfocará en dar una breve descripción de Top500 que es la lista semestral de máquinas computacionales más rápidas y poderosas del mundo, en específico se hablará de China con su sistema Sunway TaihuLight que encabeza la lista, detalles técnicos, su ubicación actual y para qué es implementada. Realizando un paralelismo con la máquina más rápida de Latinoamérica y el nodo de supercomputación del Nororiente Colombiano GUANE-1 (Abstract)

Abstract— This electronic document will focus on giving a brief description of Top500 which is the semester list of the fastest and most powerful computational machines in the world. Specifically we will talk about China with its Sunway TaihuLight system, which is on top of the list, technical details, and current location and what it is implemented for. Making a parallel with the fastest machine in Latin America and the supercomputing node of the Colombian Nororiente GUANE-1 (Abstract)

I. INTRODUCCIÓN

Cuando existe un crecimiento exponencial de la tecnología, se crea un estado continuo de cambio y crecimiento computacional. Teniendo en cuenta esta idea, nace la necesidad de que las nuevas tecnologías puedan ofrecer servicios de calidad al mismo tiempo que poseen la capacidad de reaccionar a los cambios continuos y adaptarse al crecimiento acelerado, con la característica de no perder la calidad en su rendimiento y el servicio ofreció; Este desarrollo tiene un continuo seguimiento a nivel de supercomputación, que se mantiene listado y referenciado en el Top500, que da a

conocer los avances en los nuevos entornos computacionales.

II. MARCO TEORICO

A. Top500

Se publicó la edición número 44 de la lista Top500 Supercomputer Sites, que enlista a las que son consideradas como las supercomputadoras más poderosas del mundo, en donde por cuarta ocasión consecutiva, la computadora Tianhe-2, ubicada en la Universidad Nacional China de Tecnología para la Defensa, ha retenido el puesto número uno (1). Este equipo es capaz de realizar 33 mil billones de cálculos aritméticos por segundo, a diferencia del que ocupa la posición 500 de esta edición, que puede efectuar 153 billones de cálculos aritméticos por segundo.



En cuanto a la capacidad de procesamiento por países, Estados Unidos continúa siendo el que cuenta con el mayor número de supercomputadoras (231), mientras que las naciones europeas suman 130, y los asiáticos 120. El único país latinoamericano presente en esta edición es Brasil, con cuatro equipos, de los cuales el más importante se ubica en la posición 124.

La lista Top500 Supercomputer Sites se publica dos veces por año, en junio y noviembre, en el marco de dos de los más importantes eventos de supercómputo:

International Supercomputing Conference (Alemania) y Supercomputing Conference (Estados Unidos). La primera edición fue publicada en junio de 1993. Puede encontrar más información en <http://www.top500.org>

B. Mediciones Top500

- **Ranking** - Posición en el ranking Top500. En la tabla TOP500, los equipos están ordenados primero por su valor Rmax. En el caso de prestaciones equivalentes (valor Rmax) para equipos diferentes, hemos optado por ordenar por Rpeak. Para los sitios que tienen el mismo equipo, el orden es por el tamaño de la memoria y a continuación en orden alfabético.
- **Rmax** - La más alta puntuación medida usando el benchmark Linpack. Este es el número que se utiliza para clasificar a las computadoras. Se mide en miles de billones de operaciones de coma flotante por segundo, es decir, Petaflops.
- **Rpeak** - Este es el rendimiento máximo teórico del sistema. Medido en PetaFLOPS.

C. Datos informativos de las Maquinas

- **Nombre** - Algunos supercomputadoras son únicos, al menos en su ubicación, y por lo tanto bautizado por su propietario.
- **Modelo** - La plataforma de la computadora que se comercializa.
- **Ensamblador** - El fabricante de la plataforma y el hardware.
- **Sitio** - El nombre de la instalación de la supercomputadora de funcionamiento.
- **País** - El país donde tenga su sede el equipo.
- **Año** - El año de instalación o última actualización importante.
- **Sistema operativo** - El [sistema operativo](#) que usa la máquina.

III. MAQUINA LIDER TOP500

A. Sunway TaihuLight (China)


El **Sunway TaihuLight** (chino: 神威·太湖之光 shénwei táihú zhi guang, en español: **La luz de la divinidad Taihu**) es un supercomputador que desde junio del 2016, es calificada como la más rápida supercomputadora del mundo, con un índice de

93 Petaflops en el punto de referencia de LINPACK. Esto es casi tres (3) veces más rápido que el titular anterior del registro, el Tianhe-2, el cual corre a 34 Petaflops.



Esta supercomputadora se encuentra en el Centro Nacional de Supercomputación de China en la ciudad de Wuxi, en la provincia de Jiangsu, China. Tiene un consumo energético de 15 MW y su propósito es de prospección de petróleo, ciencias de la vida, el tiempo, el diseño industrial, la investigación de fármacos.

a. Características de la Sunway TaihuLight

Sunway TaihuLight	
Ubicación	 Jiangsu, República Popular China
Instalación	2016
Características	
Arquitectura	Sunway SW26010 260C 1,45GHz de 64-bit RISC con 260 núcleos.
Nº procesadores	40.960 procesadores, con 10.649.600 núcleos
Rendimiento	93,0146 petaFLOPS con picos de 125,43 petaFLOPS.
Memoria	1.310 TiB
Sistema operativo	Raise OS versión 2.0.5 Linux
Precio básico	1,8 millardos de Yuan (US\$273 millones) (MX\$5.188.692.600 millones)
TOP500	
Actual	1
Mejor	1

b. Uso de la Sunway TaihuLight

El trabajo principal de Sunway TaihuLight está encaminado a la investigación en diversos campos: establecimiento de modelos climáticos, investigación biológica y geológica avanzada, procesos industriales, ingeniería avanzada y análisis de datos.

c. Continuación de trabajo de China para innovar

Actualmente la Industrialización China no se mantiene estática, están desarrollando un nuevo superordenador diseñado para ser "un prototipo de ordenador exascale [1]." A pesar de que el país no se espera que el campo de su primera máquina exascale hasta el año 2020, está previsto que el prototipo para arrancar antes de que finalice este año. Lo más probable, el sistema en cuestión es el famoso superordenador Tianhe-2A.

La divulgación del prototipo tiene lugar por medio de un informe de noticias **Xinhua**, que cita a Zhang Ting, un ingeniero de aplicaciones en el Centro Nacional de Supercomputación en Tianjin. El informe no ofrece detalles sobre la naturaleza del próximo sistema, pero teniendo en cuenta que Zhang trabaja para la misma organización que aloja los superordenadores (Milkway) Tianhe, es lógico pensar que está hablando Tianhe-2A, la secuela largamente esperada Tianhe-2.

Tianhe-2 es un sistema de 55 Petaflops (pico) que capturó el primer lugar en la lista TOP500 en 2013 y actualmente reside en el número dos. Se basa en los coprocesadores Intel MIC "Knights Corner" de Intel para la mayoría de los fracasos, y el plan original era para actualizar el sistema con los más poderosos "Knights Landing" chips Xeon Phi, una vez que llegaron a estar disponibles. El objetivo era aproximadamente el doble del floppage y de campo primeros 100 Petaflops-plus superordenador del mundo en 2016.

En el ínterin, sin embargo, el gobierno de Estados Unidos dio una palmada en un embargo a la exportación de estos chips de Xeon Phi para tales fines. La línea de Tianhe es desarrollado por la Universidad Nacional de Tecnología de Defensa (NUDT) y los EE.UU. sospecha que sus sistemas están siendo utilizados para investigar y desarrollar armamento nuclear.

Todo lo cual llevó a la aceleración de los esfuerzos de fabricación de chips indígenas de China. La recompensa más visible de estos esfuerzos es TaihuLight, el sistema

[1] La **Computación Exascale** hace referencia a los sistemas de computación capaces de realizar un mínimo de un exaFlops.

de alta clasificación actual en el TOP500. TaihuLight es un superordenador 125 Petaflops (pico) que se alimenta exclusivamente por Shenwei 26010 procesadores producidos en el país.

Tianhe-2A será más que probablemente no utilizar procesadores Shenwei. Una presentación en ISC de Alto Rendimiento 2015 del profesor NUDT Yutong Lu reveló que el próximo sistema Tianhe utilizará coprocesadores DSP de propósito general, desarrolladas en China, al proporcionado gran parte de su poder de cómputo. El coprocesador, conocido como el Matrix2000 GPDSP, se proyecta para entregar alrededor de 2,4 teraflops de rendimiento de doble precisión (4,8 teraflops, precisión simple) por chip. También incluirá soporte de memoria de alto ancho de banda de algún tipo, aunque no se especificaron los detalles. Eso lo pondría más o menos en la misma liga, en cuanto al rendimiento, como un procesador Intel aterrizaje de los caballeros.

System	Tianhe-1A	Tianhe-2	Tianhe-2A
System Peak(PF)	4.7	54.9	~100
Peak Power(MW)	4.04	17.8	~18
Total System Memory	262 TB	1.4 PB	~3PB
Node Performance(TF)	0.655	3.431	~6
Node processors	Xeon X5670 Nvidia M2050	Xeon E5 2692 Xeon Phi	Xeon E5 2692 China Accelerator
System size(nodes)	7,168 nodes	16,000 nodes	~18,000
System Interconnect	TH Express-1	TH Express-2	TH Express-2+
File System	2 PB Lustre	12.4PB H ² FS+Lustre	~30PB H ² FS+TDM

国防科学技术大学 National University of Defense Technology HPCL

Sin embargo, a diferencia de los caballeros dispositivo, que puede actuar como un procesador independiente del aterrizaje, el Matrix2000 GPDSP es estrictamente un coprocesador basado en PCIe, lo que requiere una CPU de acogida para conducirlo. De acuerdo con la presentación de Yutong ISC 2015, la Tianhe-2A conservará el uso de las CPUs Xeon E5-2692 originales de Intel para actuar en este papel.

O tal vez no. Un tweet de julio de 2016 James Lin, Vice Director del Centro de HPC en la Universidad Shanghai Jiao Tong, afirmó que el sistema de pre-exascale NUDT que se encuentra alojado en el Centro Nacional de Supercomputación de Tianjin emplearía un procesador ARM. Y no solo por lo que resulta ser una aplicación ARM de 64 bits en fase de desarrollo en China: el Phytium. La última versión de este diseño es el

procesador Phytium FT2000 / 64, que nos informó acerca de volver en agosto, cuando se anunció en 2016 Hot Chips.

En pocas palabras, el FT2000 / 64 es una CPU ARM de 64 núcleos que se pretende para entregar 512 gigaflops corriendo a toda velocidad. Convenientemente, el chip proporciona un par de interfaces de PCIe x16 si uno necesita para, por ejemplo, conectar un acelerador de alto rendimiento o dos. De hecho, un 64 FT2000 servidor de dos sockets / equipado con dos Matrix2000 GPDSP proporcionaría los 6 teraflops de rendimiento especificados para un nodo Tianhe-2A.

Curiosamente, si el Tianhe-2A hace llegar a ser sobre la base de un diseño FT2000 / 64 Matrix2000, y es el prototipo de la Tianhe-3 superordenador exascale previsto en 2020, que será el segundo exascale superordenador usando tecnología ARM, Japón post-K superordenador siendo la otra. Y puede ser que no termina ahí. A principios de esta semana se informó sobre otros dos superordenadores, que podrían funcionar por CPU ARM: un prototipo exascale a ser construido por Bull para el proyecto Mont-Blanc de la UE y que está siendo construida por Cray por investigadores del Reino Unido. Esta última no es un sistema de pre-exascale per se, sin embargo, será evaluado por la Oficina y otros se reunieron en el Reino Unido para ayudar a determinar las futuras adquisiciones de superordenadores.

IV. MÁQUINA LATINOAMERICANA EN EL TOP500

A. Santos Dumont GPU

Santos Dumont, o simplemente SDumont como también se le conoce, es la supercomputadora más potente de Brasil y de Latinoamérica.



Santos Dumont es la primera estructura de computación de alto rendimiento ubicada en Brasil, para el uso libre por la comunidad académica, y que es parte de una asociación con el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC) con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

El brasileño Santos Dumont entró en la más reciente edición del ranking TOP500, que la lista de los superordenadores más potentes del mundo. El equipo se encuentra instalado en el Laboratorio Nacional de Computación Científica, en Petrópolis, en la Región Serrana de Río de Janeiro.


El mayor superordenador de América Latina tiene capacidad para realizar 1,1 millón de millones de operaciones por segundo y cuenta con más de 40 proyectos en marcha, en los más diversos segmentos de la investigación, como la química, la física, la ingeniería, ciencias biológicas, meteorología, ciencias agrarias, astronomía y otros.

Los sistemas de HPC (Informática de Alto Rendimiento por sus siglas en inglés High Performance Computing) están diseñados en base a los centros de P&D de experiencia global del grupo - uno de ellos en Brasil - y en relación con los principales clientes de todo el mundo.

El desarrollo de la tecnología de búsqueda ajustada ha probado y demostrado que es posible optimizar el rendimiento del código de simulación en relación con la arquitectura de superordenador.

"Es de gran orgullo y satisfacción para tener Santos Dumont en el más potente lista de superordenadores del mundo", dice Luis Casuscelli, director de grandes volúmenes de datos y seguridad de Atos en América del Sur. "Hoy en día, es lo que más lo necesitan América Latina. El éxito del dispositivo traduce los numerosos proyectos en curso y la aprobación de LNCC. El superordenador fue diseñado para ayudar a la comunidad científica en los distintos avances tecnológicos ", añade.

B. Características de la SDumont

Sunway TaihuLight	
Ubicación	 Petrópolis, Brasil
Instalación	2015
Características	
Arquitectura	bullx B710, Intel Xeon E5-2695v2 12C 2,4 GHz, Infiniband FDR, Nvidia K40
Nº procesadores	18.144 procesadores, con 10.692 núcleos
Rendimiento	1,1 petaFLOPS
Memoria	12.672 GB
Sistema operativo	bullx SCS
Precio básico	60 millones de reales (aproximadamente US\$20 millones)
TOP500	
Actual	364
Mejor	146

La Santos Dumont se considera una máquina híbrida ubicada en el Laboratorio Nacional de Computación Científica cuya empresa manufacturera es Bull, Atos Group. El supercomputador cuenta con un total de 24,732 núcleos, un rendimiento Linpack (Rmax) de 363,225 TFlop/s, un pico máximo teórico (Rpeak) de 478,829 TFlop/s.

La SDumont posee una memoria RAM de 48,384 GB junto con un procesador Intel Xeon E5-2695v2 12C a una frecuencia de 2.4 GHz por núcleo.

Finalmente, su consumo energético es de 858.75 kW.

Santos Dumont Hybrid - Bullx B710, Int 12C 2.4GHz, Infiniband FDR, Intel Xeon

Site:	Laboratório Nacional de Computa
Manufacturer:	Bull, Atos Group
Cores:	24,732
Linpack Performance (Rmax)	363.225 TFlop/s
Theoretical Peak (Rpeak)	478.829 TFlop/s
Nmax	1,155,048
Power:	858.75 kW (Derived)
Memory:	48,384 GB
Processor:	Intel Xeon E5-2695v2 12C 2.4GHz
Interconnect:	Infiniband FDR
Operating System:	bullx SCS

C. Uso de la SDumont

La potencia de computación masiva ayuda a la investigación científica de diversos campos, como la biología, la minería, la climatología, la medicina, la física y la química. Las aplicaciones son inmensas y la mayor ventaja en comparación con otros superordenadores es su **disponibilidad pública**.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, su consumo de 858.75 kW se considera bastante elevado. Ese es el problema prosaico e inesperado que enfrenta desde hace meses en Brasil el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), vinculado al gobierno federal de Brasil.

La máquina llegó hace un año a ese laboratorio ubicado en Petrópolis, la "ciudad imperial" del estado de Río de Janeiro, y fue bautizada con el nombre de Santos Dumont en honor al inventor e ingeniero brasileño pionero de la aviación.

Fue comprado a Francia por cerca de US\$18 millones y recibido con expectativa en el país suramericano.

"El súper computador debe impulsar todavía más el sector de investigación, causando un gran impacto en el desarrollo científico y tecnológico nacional", señalaba un comunicado del laboratorio en julio del año pasado.

D. El "Stand by" de la SDumont

Al tener un supercomputador con una capacidad de 1,1 petaflops para procesamiento, el Director del LNCC – Augusto Gadelha confesó su sentimiento de frustración al no poder aprovechar al máximo el computador debido a su excesivo consumo energético.

La cuenta de luz con semejante máquina funcionando a pleno ascendía a unos US\$150.000 dólares por mes, pese a que tiene tecnología avanzada de eficiencia energética.

Y eso puede ser demasiado en un país como Brasil, que sufre su peor recesión económica en décadas, recortes de gastos y una crisis política que provocó un cambio de gobierno en mayo, tras la suspensión de la presidenta Dilma Rousseff para juzgarla por presunta manipulación presupuestal.

V. SUNWAY TAIHULIGHT Vs. SDUMONT

Estas dos máquinas por si solas son muy importantes en el campo donde ejercen sus funciones, pero cuando se realiza una comparación entre las dos, se encuentran varios detalles significativos, empezando por el proceso desarrollador de las maquina desde su arquitectura, que quiere decir esto, que la manera en cómo fue desarrollada y aún más importante donde fueron ensambladas varían mucho de una a la otra.

Sunway fue desarrollada y ensamblada en China, las partes fueron adquiridas bajo licitaciones que ya tiene previamente establecido la República de China, en su embajada de desarrollo y telecomunicaciones; por otro lado la SDumont, su desarrollo fue por una campaña Francesa, que bajo un acuerdo, no solo de nivel de telecomunicaciones, si no que fue un acuerdo más para el estudio de ciertas investigaciones que se realizan en universidades francesas, la cuestión es ¿por qué no dejar la maquina en Francia?, esa respuesta tiene que ver con el consumo energético y las plantas que poseen algunos laboratorios de Brasil, que se unieron a la iniciativa, para elevar el prestigio de investigación que posee actualmente las universidades Brasileñas.

Por otra parte, en cuando rendimiento, procesamiento, soporte, sistema operativo, costo y demás características entre las dos máquinas, se debe resaltar de manera significativa que la supercomputadora SDumont, aunque no cuenta con varias de las utilidades con las que cuenta Sunway, es una máquina que posee un gran procesamiento de datos, y que hasta el momento ha proporcionado una gran ayuda y avance a las investigación, no solo de la parte de ingenierías, si no también la parte de biología, minería, climatología, etc.

El uso que poseen las máquinas, es muy semejante, la única gran diferencia, es la cantidad de actividades en secuencia puede realizar y la cantidad de operaciones paralelas que pueda sostener para que sea optimo el procesamiento de la información.

VI. GUANE-1

Es una plataforma dirigida especialmente al desarrollo e investigación, se encuentra ubicada físicamente en los Edificios de Investigación del Parque Tecnológico de Guatiguará.

a. Características de los nodos

Es un clúster compuesto por 16 nodos ProLiant SL390s G7

- 8 nodos con
 - 2 procesadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5645 @ 2.40GHz. (12 Cores 2 Hebra)
 - 104 GB en RAM
 - 1 disco SAS de 200GB
 - 8 GPU Tesla M2075
- 3 nodos con
 - 2 procesadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5645 @ 2.40GHz. (12 Cores 2 Hebra)
 - 104 GB en RAM
 - 1 disco SAS de 200GB
 - 8 GPU Tesla S2050
- 5 nodos con
 - 2 procesadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67GHz (8 Cores 2 Hebra)
 - 104 GB en RAM
 - 1 disco SAS de 200GB
 - 8 GPU Tesla S2050

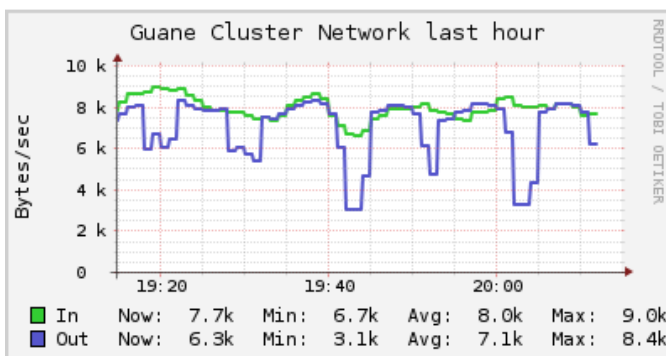
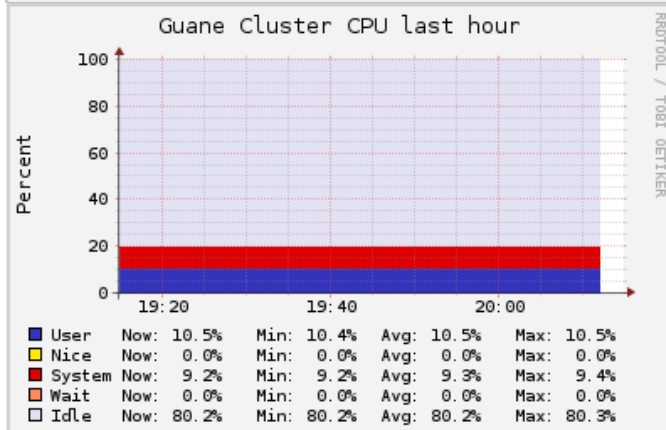
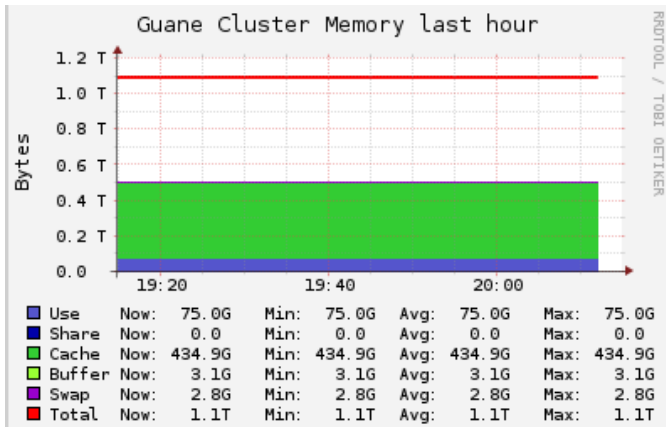
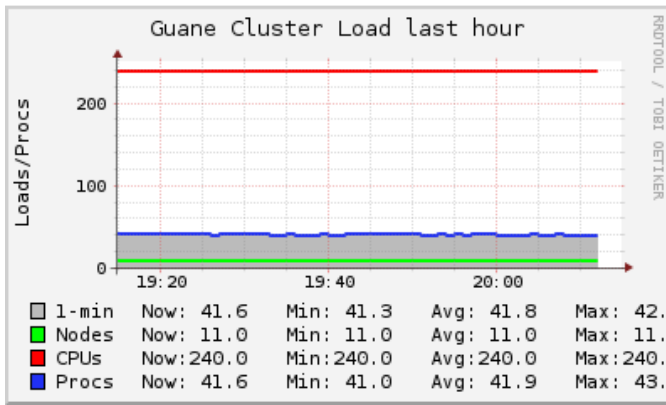
b. Características de la Red

- 1 Red Giga Ethernet de Administración
- 1 Red 10Gbps
- 1 Red Infiniband

c. Estadísticos de GUANE-1

A. Analisis de las 3 máquinas

Antes de hacer un breve análisis entre las 3 máquinas, es adecuado conocer las supercomputadores que se encuentran dentro de las 10 mejores, por efecto de estudios de comparación.



Rank	Site	System
1	National Supercomputing Center in Wuxi China	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway NRCCPC
2	National Super Computer Center in Guangzhou China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P NUDT
3	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.
4	DOE/NNSA/LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM
5	DOE/SC/LBNL/NERSC United States	Cori - Cray XC40, Intel Xeon Phi 7250 68C 1.4GHz, Aries interconnect Cray Inc.
6	Joint Center for Advanced High Performance Computing Japan	Oakforest-PACS - PRIMERGY CX1640 M1, Intel Xeon Phi 7250 68C 1.4GHz, Intel Omni-Path Fujitsu
7	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	K computer, SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect Fujitsu
8	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	Piz Daint - Cray XC50, Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Aries interconnect, NVIDIA Tesla P100 Cray Inc.
9	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	Mira - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM
10	DOE/NNSA/LANL/SNL United States	Trinity - Cray XC40, Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz, Aries interconnect Cray Inc.

Habiendo entregado este dato técnico se puede proceder a dar unas breves conclusiones acerca de estos tres equipos de supercómputo expuestos en el documento:

- Respecto a la arquitectura podemos apreciar claramente que la computadora Sunway supera por mucho a la súper computadora, SDumont, no solo en potencia, sino también en velocidad de cómputo, también estructuramiento interno, y diseño de arquitectura.

- Respecto a la arquitectura podemos apreciar claramente que la computadora Sunway supera por mucho al nodo GUANE-1, no solo en potencia, sino también en velocidad de cómputo
- El módulo GUANE a pesar de estar diseñado para la investigación, podemos apreciar claramente en su arquitectura que cuenta con nodos con características técnicas específicas para diferentes actividades.
- Los tres equipos, cumple con sus funciones debidas a sus ámbitos de estudio, y no solo cumpliendo con sus deberes de agilidad y manejo de la información, sino también en la parte de investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías de computación de alto rendimiento.

- XIV. http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2016/10/26/actualidad/1477480235_164392.html
- XV. <https://lamiradadelreplicante.com/2016/06/21/sunway-taihuLight-el-supeordenador-mas-rapido-del-mundo/>
- XVI. <https://www.xataka.com/ordenadores/el-nuevo-supeordenador-mas-rapido-del-planeta-es-chino-y-no-utiliza-tecnologia-estadounidense>
- XVII. <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-36771239>

VII. BIBLIOGRAFIA.

- I. <http://www.elespectador.com/noticias/actualidad/el-supercomputador-llegara-brasil-articulo-574412>
- II. <http://pysnnoticias.com/supercomputador-a-brasileno-esta-en-la-lista-de-los-mas-potentes-del-mundo/>
- III. <http://pysnnoticias.com/supercomputador-a-brasileno-esta-en-la-lista-de-los-mas-potentes-del-mundo/>
- IV. <http://sinapseslivres.blogspot.com.co/2015/12/conheca-santos-dumont-o-mais-poderoso.html>
- V. <http://sdumont.lncc.br/machine.php?pg=machine>
- VI. <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-36771239>
- VII. <http://www.nytimes.com/es/2016/06/22/china-vuelve-a-liderar-la-lista-de-las-supercomputadoras-mas-veloces/>
- VIII. <https://www.top500.org/news/china-will-deploy-exascale-prototype-this-year/>
- IX. <https://www.top500.org/system/178764>
- X. <https://www.top500.org/lists/2016/11/>
- XI. https://es.wikipedia.org/wiki/Sunway_TaihuLight
- XII. <https://es.wikipedia.org/wiki/TOP500>
- XIII. <https://www.top500.org/system/178570>