

Prioridades a otorgar a los Requerimientos no Funcionales del gestor

Las prioridades a otorgar al cumplimiento de los Requerimientos no Funcionales (RNF) del gestor deben ser heredadas de las prioridades asignadas a los RNF de la Nube Privada (NP) con soporte a la categoría de Infraestructura como Servicio (IaaS¹), y/o Centro de Datos Virtualizado (CDV)² como un todo, y/o especificadas de forma particular para este bloque. Las soluciones a evaluar deben recibir un valor final atendiendo a dos posibles opciones:

- La primera es a través del Indicador de Calidad (α). Esta es la manera más sencilla y rápida de evaluar ya que se otorga igual prioridad a todos los RNF.

[1]

- La segunda requiere un trabajo matemático extra ya que propone otorgar prioridades a los RNF como se propone al inicio del presente escrito. Esta posición se materializa a través del Indicador de Calidad Ponderado (β). [1]

Sean x_1, x_2, \dots, x_n los valores normalizados de los n atributos a medir de un gestor, se define como α a la media aritmética de estos n valores, como muestra la Fórmula 1: [1]

$$\alpha = \frac{1}{n} * (\sum_{i=1}^n x_i) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

Sean x_1, x_2, \dots, x_n los valores normalizados de los n atributos a medir de un gestor, y w_1, w_2, \dots, w_n de los coeficientes ponderados o prioridades de cada uno de los x_i

¹ Siglas correspondientes al término en inglés: *Infrastructure as a Service*.

² En la presente investigación, se referirá a NP al CD que bajo el paradigma de la Computación en la Nube brinde servicios con autoservicio y bajo demanda a los usuarios finales. Se referirá a CDV cuando, a pesar de que la infraestructura del CD cumpla con las características claves del paradigma de la Computación en la Nube, no brinde servicios con autoservicio y bajo demanda a los usuarios finales. Se empleará el término CDV cuando sea la intención destacar el no soporte por parte del CD del servicio con autoservicio y bajo demanda a los usuarios finales.

respectivamente, se define como β a la media aritmética ponderada de estos n valores normalizados, como muestra la Fórmula 2: [1]

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{x_1 * w_1 + x_2 * w_2 + \dots + x_n * w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad (2)$$

Una vez evaluada la solución, se calculan sus indicadores de calidad. Los valores de α y β dan una medida de la calidad de la solución seleccionada en cuestión. Es deseable $\alpha < \beta$ ya que da una medida de que los RNF que interesa priorizar en el diseño han tenido mejor cumplimiento que los que no interesa priorizar. Mientras más grande sea la diferencia entre los dos coeficientes más eficiente habrá sido la elección. Mientras más cercano sea β a la unidad mejor será la solución, es decir, cumple con los RNF propuestos. [1]

A su vez en función de los valores de α y/o β la plataforma debe ser evaluada de:

- Excelente: $0,80 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 1$
- Muy buena: $0,60 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,80$
- Buena: $0,40 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,60$
- Regular: $0,20 < \alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,40$
- Insatisfactoria: $\alpha \text{ y/o } \beta \leq 0,20$

Dimensión de Adaptabilidad

Indica el grado de personalización que ofrece el gestor para ajustar tecnológicamente la infraestructura y los servicios de la NP/CDV, ante las necesidades presentes y futuras de la entidad cliente. Su evaluación coincide con el de la categoría de personalización.

Categoría de Personalización

La categoría de Personalización indica las capacidades que brinda el gestor para adaptar tecnológicamente la infraestructura y los servicios de la NP/CDV, ante las necesidades presentes y futuras de la entidad cliente. Posee como atributos a la interoperabilidad, la flexibilidad, la portabilidad y la compatibilidad. La Fórmula 3 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus atributos.

$$\text{Personalización} = \frac{\text{Flexibilidad} + \text{Interoperabilidad} + \text{Portabilidad} + \text{Compatibilidad}}{4} \quad (3)$$

La Personalización se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < \text{Personalización} * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < \text{Personalización} * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $\text{Personalización} * 100\% \leq 80\%$.

Atributo de Flexibilidad

Indica las capacidades que brinda el gestor para que tanto el Proveedor del Servicio de la Nube (CSP³), como el Usuario del Servicio de la Nube (CSU⁴), personalicen los servicios de usuario y de soporte respectivamente, en función de sus objetivos y necesidades.

Métricas y procedimiento para su evaluación:

La métrica primaria es expresada por la Fórmula 4:

$$\text{Flexibilidad} = \frac{(\text{Interfaces CSU}) + (\text{Interfaces CSP}) + (\text{pluggins; addons; librerías}) + (\text{automatización}) + (\text{integración con terceros})}{5} \quad (4)$$

³ Siglas correspondientes al término en inglés: Cloud Service Provider.

⁴ Siglas correspondientes al término en inglés: Cloud Service User.

Puede ser el promedio clásico o el ponderado en función de los intereses o prioridades de la entidad.

Las métricas secundarias se explican a continuación:

La evaluación de la flexibilidad de un gestor que brinde Infraestructura como Servicio (IaaS⁵) en una entidad estará centrada en el soporte de:

1. Soporte de interfaces para el desarrollo de herramientas para los CSU: __ Interfaces de Programación de Aplicaciones (API⁶) de Transferencia de Estado Representacional (REST⁷) (REST API) __ Open Cloud Computing Interface (OCCI) REST API (OCCI-REST API) __, Simple Object Access Protocol (SOAP) API (SOAP API) Otras: _____.

Por cada uno que soporte obtiene 2 puntos. Las REST API poseen un valor de tres puntos, así como aquellas que sean declaradas como necesarias por la entidad cliente. Si soporta otras contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

2. Soporte de interfaces para el desarrollo de herramientas para los administradores: __ REST API __ Otras: _____.

Por cada una que soporte obtiene 2 puntos. Las REST API poseen un valor de tres puntos, así como aquellas que sean declaradas como necesarias por la entidad cliente. Si soporta otras contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

⁵ Siglas correspondientes al término en inglés: Infrastructure as a Service.

⁶ Siglas correspondientes al término en inglés: Application Programming Interface.

⁷ Siglas correspondientes al término en inglés: Representational State Transfer.

3. Soporte de herramientas como: __ Puppet __ Ansible __ Chef __ Cobler __ Foreman __ Otras: _____.

Por cada una que soporte obtiene un punto. Puppet, Ansible y Chef poseen un valor de tres puntos, así como aquellas que sean declaradas como necesarias por la entidad cliente. Si soporta otras contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

4. Soporte de interfaces de programación para automatizar e integrar soluciones de terceros: __ Modelo de información Común (CIM)⁸, __ REST API, __ Software Development Kits (SDK), __ PowerShell, __ libvirt, Otros: _____.

La entidad cliente debe otorgar un valor de dos puntos a cada interfaz soportada. Se propone un valor de tres puntos para CIM y REST API por sus condiciones de recomendación y estándar de facto respectivamente. Si soporta otras contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

5. Modularidad del gestor. La entidad cliente debe otorgar un valor de entre cero y diez, en función de sus objetivos y necesidades.

Una vez asignados los puntos, se promedian los resultados y el resultado del promedio constituirá la métrica de portabilidad de la NP/CDV. Para integrar la métrica a la métrica general que evalúa a la NP/CDV se divide entre 10 el resultado para llevarlo a la escala de 0 a 1, como indica la Fórmula 5.

$$F_{flexibilidad} = \frac{Flexibilidad}{10} \quad (5)$$

⁸ Siglas correspondientes al término en inglés: Common Information Model.

Atributo de Interoperabilidad

Indica las capacidades que posee el gestor para facilitar la interacción inter-nubes.

Métricas y procedimiento para su evaluación:

La Fórmula 6 muestra la expresión de la métrica primaria de la interoperabilidad del gestor, Nivel de Interoperabilidad del CMP (NI_{CMP}):

$$NI_{CMP} = \frac{(Autenticación\ de\ usuarios) + (Gestión\ de\ cargas\ de\ trabajo) + (Interoperabilidad_{CSP})}{3} \quad (6)$$

Puede ser el promedio clásico o el ponderado en función de los intereses o prioridades de la entidad.

Las métricas secundarias se sustentan en el soporte de estándares, interfaces y tecnologías abiertas:

1. Autenticación de usuarios: soporte de estándares o tecnologías para la autenticación de usuarios que faciliten la interoperabilidad: ☐ AWS IAM ☐ OAuth ☐ OpenID ☐ WS-Security ☐ Otros: _____.

Por cada uno que soporte obtiene 2 puntos, si soporta otros contabilizará 1 punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

2. Gestión de cargas de trabajo: soporte de estándares o tecnologías para la gestión de cargas de trabajo que faciliten la interoperabilidad: ☐ API REST ☐ API SOAP ☐ OCCl ☐ Otros: _____.

OCCl posee un valor de tres puntos pues es una especificación del Open Grid Forum (OGF). El resto de las tecnologías especificadas tienen un valor

de dos puntos. Si soporta otros contabilizarán un punto adicional por cada uno hasta obtener un máximo de 10 puntos.

3. Interoperabilidad_{CSP}: soporte de interfaces para interoperar con nubes públicas: Nubes de interés del cliente: _____, _____ y _____; Amazon _____, Google Cloud Platform: _____, Otras: _____. Se le deben otorgar tres puntos a las nubes de interés de la entidad cliente y dos puntos por el soporte de interfaces para interoperar con otras Nubes Públicas. El máximo de puntos a otorgar es 10.

Una vez respondidas las preguntas y asignados los puntos, se promedian los resultados y el resultado del promedio constituirá la métrica de interoperabilidad del gestor. Para integrar la métrica a la métrica general que evalúa a la NP/CDV se divide entre 10 el resultado para llevarlo a la escala de 0 a 1.

Atributo de Portabilidad

Indica las capacidades que posee el gestor para la gestión y migración de datos y aplicaciones. Las capacidades estarán en función del soporte de los Requerimientos Funcionales (RF) necesarios por parte de la integración gestor-plataforma de virtualización y gestor-Sistema de Almacenamiento (SA).

Métricas y procedimiento para su evaluación:

La Fórmula 7 muestra la expresión de la métrica primaria de la portabilidad del gestor, Nivel de Portabilidad del CMP (NP_{CMP}):

$$NP_{CMP} = \frac{NP_{hip} + NP_{SA}}{2} \quad (7)$$

En donde:

NPhip: Es el nivel de portabilidad de la combinación gestor-plataforma de virtualización, llevado a la escala entre 0 y 1.

NP_{SA}: Es el nivel de portabilidad de la combinación gestor-SA, llevado a la escala entre 0 y 1.

Atributo de Compatibilidad

Indica el grado de soporte que posee el gestor a tecnologías y soluciones líderes que pueden conformar los subsistemas de la NP/CDV.

Métricas y procedimiento para su evaluación:

La métrica primaria es expresada por la Fórmula 8:

$$\text{Compatibilidad} = \frac{\text{Soporte}_{SA} + \text{Soporte}_{hip} + \text{Soporte}_{SDN} + \text{Soporte}_{NFV} + \text{Soporte}_{Docker}}{5} \quad (8)$$

Puede ser el promedio clásico o el ponderado en función de los intereses o prioridades de la entidad, así como agregar o disminuir bloques.

Las métricas secundarias se explican a continuación:

La evaluación de la compatibilidad de un gestor que brinde IaaS en una entidad estará centrada en el:

1. Soporte de soluciones Almacenamiento Definido por Software (SDS⁹) listas para producción:

Se le deben otorgar un valor de tres puntos a las tres soluciones líderes y a las de interés para la entidad cliente. Al resto de las soluciones dos puntos. Actualmente destacan de tipo SLCA: Ceph, GlusterFS y NFS. La Tabla 1 muestra algunas de las soluciones SDS de tipo SLCA del mercado.

⁹ Siglas correspondientes al término en inglés: Software-Defined Storage.

Tabla 1. Soluciones SDS de tipo SLCA

Almacenamiento de Conexión Directa (DAS ¹⁰):	Almacenamiento Basado en Ficheros (NAS ¹¹):	Almacenamiento Basado en Bloques (SAN ¹²):	Objetos:
<u>Logical Volume Management</u> (LVM) _____	NFS _____	<u>Internet Small Computer Systems Interface</u> (iSCSI) _____	Ceph _____
Otros: _____	Lustre _____	Ceph _____	Otros: _____
	GlusterFS _____	Otros: _____	
	FreeNAS _____		
	Otros: _____		
Valor total (máximo 10):			

2. Soporte de soluciones de virtualización listas para producción:

Se le deben otorgar un valor de tres puntos a las tres soluciones líderes y a las de interés para la entidad cliente. Al resto de las soluciones dos puntos. Actualmente destacan de tipo SLCA: Kernel-based Virtual Machine (KVM), Docker y Contenedores Linux (LXC). La Tabla 2 muestra algunas de las soluciones de virtualización de tipo SLCA del mercado.

Tabla 2. Soluciones SDS de tipo SLCA

Virtualización Asistida por Hardware (HVM ¹³):	Para-virtualización:	Virtualización a Nivel de Sistema Operativo (OSLV ¹⁴):
KVM _____	Xen _____	LXD/LXC _____
Xen _____	Otros: _____	LXC _____
Otros: _____		Docker _____
		Otros: _____
Valor total (máximo 10):		

3. Soporte para controladores de Redes Definidas por Software (SDN¹⁵) listos para producción¹⁶:

¹⁰ Siglas correspondientes al término en inglés: Direct Attached Storage.

¹¹ Siglas correspondientes al término en inglés: Network Attached Storage.

¹² Siglas correspondientes al término en inglés: Storage Area Network.

¹³ Siglas correspondientes al término en inglés: Hardware Virtual Machine.

¹⁴ Siglas correspondientes al término en inglés: Operating System Level Virtualization.

¹⁵ Siglas correspondientes al término en inglés: Software-Defined Networking.

¹⁶ Opcional, solo considerar en caso que se requiera. De no emplearse modificar el numerador/denominador de la Fórmula 8.

Se le deben otorgar un valor de tres puntos a las tres soluciones líderes y a las de interés para la entidad cliente. Al resto de las soluciones dos puntos. Máximo 10 puntos.

4. Soporte para soluciones de Virtualización de Funciones de Red (NFV¹⁷) listas para producción¹⁸:

Se le deben otorgar un valor de tres puntos a las tres soluciones líderes y a las de interés para la entidad cliente. Al resto de las soluciones dos puntos. Máximo 10 puntos.

5. Soporte para Container Orchestration Engine (COE) de Docker listos para producción¹⁹:

Se le deben otorgar un valor de tres puntos a las tres soluciones líderes y a las de interés para la entidad cliente. Al resto de las soluciones dos puntos. Máximo 10 puntos.

Una vez asignados los puntos, se promedian los resultados y el resultado del promedio constituirá la métrica de compatibilidad del gestor. Para integrar la métrica a la métrica general que evalúa a la NP/CDV se divide entre 10 el resultado para llevarlo a la escala de 0 a 1.

¹⁷ Siglas correspondientes al término en inglés: Network Functions Virtualization.

¹⁸ Opcional, solo considerar en caso que se requiera. De no emplearse modificar el numerador/denominador de la Fórmula 8.

¹⁹ Opcional, solo considerar en caso que se requiera. De no emplearse modificar el numerador/denominador de la Fórmula 8.

Dimensión de Calidad de Servicio

Indica los requerimientos de desempeño y disponibilidad que debe cumplir el CMP.

La Fórmula 9 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus categorías.

$$Desempeño = \frac{\sum_{i=1}^n Categoría_i}{n} \quad (9)$$

En donde:

Categoría_i: es la evaluación final otorgada a las categorías de Calidad de Servicio (QoS²⁰) del gestor: desempeño y disponibilidad.

n: número de atributos total.

La QoS del gestor se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < QoS * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < QoS * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $QoS * 100\% \leq 80\%$.

Categoría de Desempeño

Indica el grado en el que el CMP puede satisfacer los requerimientos de capacidad y tiempos de respuesta requeridos. La Fórmula 10 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus atributos.

$$Desempeño = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo_i}{n} \quad (10)$$

En donde:

²⁰ Siglas correspondientes al término en inglés: Quality of Service.

Atributo: es la evaluación final otorgada a los atributos de la categoría de desempeño: capacidad, tiempo de respuesta y demoras.

n: número de atributos total.

El desempeño se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < \text{Desempeño} * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < \text{Desempeño} * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $\text{Desempeño} * 100\% \leq 80\%$.

Atributo de Capacidad

Indica la máxima capacidad de recursos y usuarios que puede gestionar el gestor.

Las Tabla 3-7 muestran las métricas consideradas críticas.

Tabla 3. Métricas de capacidad a nivel de clúster

Métrica	Descripción
#_clústeres	Número máximo de clústeres que puede manejar la plataforma de virtualización.
clúster_#_nodos	Número máximo de nodos que pueden pertenecer a un clúster.
clúster_#_MV	Número máximo de Instancias Virtuales (IV) soportadas en un clúster.
clúster_#_CPU_sockets	Número máximo de <u>sockets</u> de la Unidad Central de Procesamiento (CPU ²¹) soportados.
clúster_#_CPU_núcleos	Número máximo de núcleos de CPU soportados.
clúster_RAM	Capacidad máxima de Memoria de Acceso Aleatorio (RAM ²²).
clúster_SA	Capacidad máxima de almacenamiento del clúster.
clúster_red	Capacidad máxima de la red del clúster.

Tabla 4. Métricas de capacidad a nivel de nodo

Métrica	Descripción
nodo_#_CPU_sockets	Número máximo de sockets soportados.
nodo_#_CPU_núcleos	Número máximo de núcleos de CPU soportados.
nodo_f_CPU	Frecuencia de un núcleo del CPU.
nodo_f_total	Frecuencia total del nodo.
nodo_RAM	Capacidad máxima de RAM.

²¹ Siglas correspondientes al término en inglés: Central Processing Unit.

²² Siglas correspondientes al término en inglés: Random Access Memory.

nodo_SA	Capacidad máxima de almacenamiento del nodo.
nodo_SA_throughput	Capacidad máxima de <u>throughput</u> del nodo en Operaciones de Entrada/Salida por Segundo (IOPS ²³) y Mbps, especificando el <u>throughput</u> de Lectura (L) como de Escritura (E).
nodo_red_AB_TX	Ancho de Banda (BW ²⁴) de Transmisión (TX) del nodo.
nodo_red_AB_RX	BW de Recepción (RX) del nodo.
clúster_red	Capacidad máxima de la red del clúster.
#_VLAN	Número de Red de Área local Virtual (VLAN ²⁵) por nodo.

Tabla 5. Recursos de cómputo máximos a asignar a una IV²⁶

Métrica	Descripción
iv_CPU	Número de CPU virtuales (vCPU ²⁷) asignados o tiempo de ejecución en un ciclo del CPU.
iv_RAM	Capacidad máxima de RAM a asignar.
iv_SA	Capacidad máxima de almacenamiento a asignar. Puede estar dado en número de discos y su capacidad, o capacidad máxima.
iv_SA_throughput	Capacidad máxima de <u>throughput</u> al acceso al SA a asignar.
iv_red	Capacidad máxima de interfaces de red a asignar, junto a su capacidad. Puede especificarse solo la capacidad de red a asignar.

Tabla 6. Número de clientes y usuarios

Métrica	Descripción
max_usuarios	Número máximo de usuarios.
max_clientes	Número máximo de clientes.
max_usuarios/cliente	Número máximo de usuarios por cliente.
max_conexiones	Número máximo de conexiones simultáneas.

Tabla 7. Red

Métrica	Descripción
red_VLAN	Número máximo de redes lógicas.
red_VXLAN	Número máximo de redes overlay con <u>Virtual Extensible Local Area Network</u> (VXLAN).
red_NVGRE	Número máximo de redes <u>overlay</u> con la Virtualización de Red mediante Encapsulación de Enrutamiento Genérico (NVGRE ²⁸).

Este atributo debe ser evaluado en Satisfactorio (1) o Insatisfactorio (0).

²³ Siglas correspondientes al término en inglés: Input/Output Operations Per Second.

²⁴ Siglas correspondientes al término en inglés: Bandwidth.

²⁵ Siglas correspondientes al término en inglés: Virtual Local Area Network.

²⁶ Se encuentra en función del hipervisor de igual manera.

²⁷ Siglas correspondientes al término en inglés: virtual CPU.

²⁸ Siglas correspondientes al término en inglés: Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation.

Atributo de Tiempo de Respuesta

Indica el tiempo que transcurre entre la solicitud de recursos de cómputo al gestor y su aprovisionamiento, así como el intervalo de tiempo que tardan la ejecución de operaciones de gestión sobre IV. Debido a que el aprovisionamiento de recursos abarca tanto el suministro de un conjunto de recursos virtuales, de manera general en forma de IV, así como la modificación de estos tanto en tipos como en cantidad, se proponen las siguientes métricas para evaluar el tiempo de respuesta de un gestor:

La Fórmula 11 expresa la métrica primaria, mientras la Fórmula 12 muestra su versión ponderada:

$$TR_{CMP} = 1 - \frac{\sum_{k=0}^n TR_k}{n} \quad (11)$$

$$TR_{CMP} = 1 - \frac{\sum_{k=0}^n w_k * TR_k}{\sum_{k=0}^n w_k} \quad (12)$$

En donde, métricas secundarias:

TR_k: tiempo de respuesta de los componentes:

1. TR_{ADiv}: Tiempo de aprovisionamiento/desaprovisionamiento de IV, expresada en la Fórmula 13, igual puede emplearse su versión ponderada.

$$TR_{ADiv} = \frac{TR_{Aiv} + TR_{Div}}{2} \quad (13)$$

En donde:

TR_{Aiv}: Tiempo de aprovisionamiento de IV, expresada en la Fórmula 14, igual puede emplearse su versión ponderada.

$$TR_{Aiv} = \frac{\sum_{p=1}^n TR_{Aiv_p}}{n} \quad (14)$$

En donde:

TR_{Aivp} : tiempo de aprovisionamiento/desaprovisionamiento de cada tipo de IV a desplegar en la NP/CDV. Deben realizarse varias mediciones de los tiempos de aprovisionamientos para cada tipo de IV. De cada tipo de IV se debe obtener: el 95 percentil de los valores obtenidos, el máximo tiempo de respuesta, y el valor normalizado del tiempo de respuesta de ese tipo, resultante de la división del 95 percentil y el valor máximo, valor que toma la métrica TR_{Aivp} .

TR_{Div} : Tiempo de desaprovisionamiento de IV, expresada en la Fórmula 15, igual puede emplearse su versión ponderada.

$$TR_{Div} = \frac{\sum_{p=1}^n TR_{Divp}}{n} \quad (15)$$

En donde:

TR_{Divp} : tiempo de desaprovisionamiento de cada tipo de IV a desplegar en la NP/CDV. Deben realizarse varias mediciones de los tiempos de aprovisionamientos para cada tipo de IV. De cada tipo de IV se debe obtener: el 95 percentil de los valores obtenidos, el máximo tiempo de respuesta, y el valor normalizado del tiempo de respuesta de ese tipo, resultante de la división del 95 percentil y el valor máximo, valor que toma la métrica TR_{Divp} .

2. TR_{mr} : Tiempo de reconfiguración de recursos aprovisionados. Abarca el tiempo de incremento/decremento de recursos virtuales, ya sea en tipo de recursos, como en cantidad de estos, se expresa como indica la Fórmula 16:

$$TR_{mr} = \frac{TR_{ir} + TR_{dr}}{2} \quad (16)$$

En donde:

TR_{ir}: tiempo que demora la infraestructura en incrementar recursos de cómputo, se expresa como indica la Fórmula 17:

$$TR_{ir} = \frac{\sum_{k=1}^n TR_{ik}}{n} \quad (17)$$

TR_{ik}: tiempo que demora la infraestructura en incrementar cada tipo de recursos, subsistemas, como CPU, RAM, capacidad de almacenamiento y Tarjetas de Interfaces de Red (NIC²⁹) en cada tipo de IV. De cada subsistema de cada tipo de IV se debe obtener: el 95 percentil de los valores obtenidos, el máximo tiempo de respuesta, y el valor normalizado del tiempo de respuesta de ese tipo, resultante de la división del 95 percentil y el valor máximo, valor que toma la métrica TR_{ik}.

TR_{dr}: tiempo que demora la infraestructura en decrementar recursos de cómputo, se expresa como indica la Fórmula 18:

$$TR_{dr} = \frac{\sum_{k=1}^n TR_{dk}}{n} \quad (18)$$

TR_{dk}: tiempo que demora la infraestructura en decrementar cada tipo de recursos, subsistemas, como CPU, RAM, capacidad de almacenamiento y NIC en cada tipo de IV. De cada subsistema de cada tipo de IV se debe obtener: el 95 percentil de los valores obtenidos, el máximo tiempo de respuesta, y el valor normalizado del tiempo de respuesta de ese tipo, resultante de la división del 95 percentil y el valor máximo, valor que toma la métrica TR_{dk}.

²⁹ Siglas correspondientes al término en inglés: Network Interface Card.

3. TR_{kn} : tiempos de respuestas ante la ejecución de operaciones de gestión sobre IV.

Pruebas

Desarrollo

Nombre de la Prueba: Evaluación del tiempo de respuesta del gestor.

Objetivo de la prueba: Identificar si los tiempos de respuesta del gestor satisface los requerimientos de la entidad.

Descripción de la prueba:

La prueba se divide en tres etapas fundamentales:

1. Medición del tiempo de aprovisionamiento/desaprovisionamiento de IV.
2. Medición del tiempo de incremento/decremento de recursos virtuales.
3. Medición del tiempo de respuesta ante la ejecución de operaciones de gestión sobre IV.

Etapa 1: Medición del tiempo de aprovisionamiento/desaprovisionamiento de IV:

Tipo de prueba: Monitorización.

Número de iteraciones: Cinco.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear:

Métrica	Operación	Unidad de Medida	Herramienta
TR_{Div}	Tiempo de desaprovisionamiento de cada tipo de IV a desplegar en la NP/CDV.	Segundos	Se recomienda emplear CBTOOL en su apartado de tareas administrativas. Para aquellos diseños no compatibles con la herramienta, los datos también pueden ser extraídos de los <u>logs</u> del gestor.
TR_{Aiv}	Tiempo de aprovisionamiento de cada tipo de IV a desplegar en la NP/CDV.		

Procedimiento:

1. Deben identificarse las aplicaciones/servicios que se soportarán en la NP/CDV, así como el dimensionamiento de las IV sobre las cuales se desplegarán. De lo contrario emplear los tipos de IV que propone el gestor, o emplear los tamaños estándares de facto mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8. Tamaños estándares de facto de IV

Nombre	vCPU	RAM (MB)	Disco (GB)
micro	1	512	1
pequeña	1	2048	20
mediana	2	4096	40
grande	4	8192	80
Xgrande	8	16384	160

2. Instalación y configuración:
Deben definirse las plantillas o imágenes en el gestor para realizar las pruebas.
3. Ejecución de las pruebas:
Solicitar y monitorizar desde ese instante, el despliegue de cada tipo de IV, y de igual forma cuando se indica la eliminación de IV. Las órdenes de despliegue/eliminación se deben realizar desde el gestor, los nodos de cómputo ejecutan las tareas y se realizan las mediciones. Emplear los logs del gestor para obtener la fecha y hora de despliegue y encendido/eliminación de las IV.
4. Limpieza del escenario:
Detener las IV y eliminarlas.
5. Cálculo y agregación de métricas:
Calcular el tiempo de aprovisionamiento/desaprovisionamiento de IV, TR_{Aiv}/TR_{Div} , y calcular TR_{ADiv} , como se explica en el epígrafe de las métricas del tiempo de

respuesta. Si el resultado sobrepasa los 15 minutos, TR_{Aiv} debe tomar el valor de cero.

Etapas 2: Medición del tiempo de incremento/decremento de recursos virtuales:

Tipo de prueba: Monitorización.

Número de iteraciones: Cinco.

Parámetros a ser medidos y medios a emplear: La Tabla 9 indica las métricas y herramientas.

Tabla 9. Métricas de incremento/decremento a evaluar por subsistemas, herramientas

Métrica ³⁰	Operación	Unidad de Medida	Herramienta
TR_{icpu}	Tiempo que demora la infraestructura en incrementar CPU.	Segundos	Se recomienda emplear CBTOOL en su apartado de tareas administrativas. Para aquellos diseños no compatibles con la herramienta, los datos también pueden ser extraídos de los <u>logs</u> del gestor.
TR_{iram}	Tiempo que demora la infraestructura en incrementar capacidad de RAM.		
TR_{ialma}	Tiempo que demora la infraestructura en incrementar capacidad de almacenamiento.		
TR_{ibw}	Tiempo que demora la infraestructura en incrementar la capacidad de Tx/Rx de red.		
TR_{dcpu}	Tiempo que demora la infraestructura en decrementar CPU.		
TR_{dram}	Tiempo que demora la infraestructura en decrementar capacidad de RAM.		
TR_{dalma}	Tiempo que demora la infraestructura en decrementar la capacidad de almacenamiento.		
TR_{dbw}	Tiempo que demora la infraestructura en decrementar la capacidad de Tx/Rx de red.		

Procedimiento:

³⁰ Pueden ser agregados nuevos recursos a medir, se sigue el mismo procedimiento.

1. Deben identificarse las aplicaciones/servicios que se soportarán en la NP/CDV, así como el dimensionamiento de las IV sobre las cuales se desplegarán. De lo contrario emplear los tipos de IV que propone el gestor, o emplear los tamaños estándares de facto mostrados en la Tabla 8.

2. Instalación y configuración:

Deben definirse las plantillas o imágenes en el gestor para realizar las pruebas.

3. Ejecución de las pruebas:

Solicitar, y monitorizar desde ese instante, el incremento/decremento de recursos.

Las órdenes de incremento/decremento se deben realizar desde el gestor, los nodos de cómputo ejecutan las tareas y en ellos se realizan las mediciones. Emplear los logs del gestor para obtener la fecha y hora de incremento/decremento de los recursos.

4. Limpieza del escenario:

Detener las IV y eliminarlas.

5. Cálculo y agregación de métricas:

Calcular el tiempo de incremento/decremento de los recursos virtuales, TR_{mr} , como se explica en el epígrafe de las métricas del tiempo de respuesta.

Etapas 3: Medición del tiempo de respuesta ante la ejecución de operaciones de gestión sobre IV:

Debe seguirse el mismo procedimiento de pruebas de las Etapas 1 y 2, pero evaluando el tiempo de respuesta de la operación correspondiente.

Cálculo y agregación de las métricas de las tres etapas:

1. Calcular el tiempo de respuesta de la infraestructura del gestor, TR_{CMP} , como se explica en el epígrafe de las métricas del tiempo de respuesta.

Producción

Se consideran debe ser la misma que para entornos de desarrollo, con la especificación de que su desarrollo ha de realizarse en los momentos de menos carga de la infraestructura.

Atributo de Demoras

Brinda una medida de los tiempos de respuesta del gestor que sobrepasan umbrales preestablecidos. La evaluación de las métricas de demoras no se realiza a partir de una prueba, sino realizando el análisis estadístico de los resultados de la prueba de tiempo de respuesta. La Fórmula 19 muestra la métrica primaria, “Factor de Demora del CMP (FD_{CMP})”.

$$FD_{CMP} = 1 - \frac{\text{tiempos de respuesta incorrectos}}{\text{total de tiempos de respuestas evaluados}} \quad (19)$$

A su vez, en la Tabla 10 se proponen métricas secundarias.

Tabla 10. Métricas secundarias de demoras

Métricas	Descripción
%_tiempos_correctos	% de tiempos de respuesta que no se consideran demoras.
%_tiempos_incorrectos	% de tiempos de respuesta que se consideran demoras.
umbrales	Valor de tiempo que marca la diferencia entre un tiempo de respuesta aceptable y una demora.
demora_promedio_k	Valor promedio de las demoras detectadas en el componente k.

Procedimiento de evaluación

La evaluación de las métricas de demoras no se realiza a partir de una prueba, sino realizando el análisis de los resultados de la prueba de tiempo de respuesta, habiéndose fijado los umbrales correspondientes.

Categoría de Disponibilidad

Indica la capacidad del gestor de mantener sus servicios activos y operables. La

Fórmula 20 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus atributos.

$$Disponibilidad_{CMP} = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo_i}{n} \quad (20)$$

En donde:

Atributo_i: es la evaluación final otorgada a los atributos de la categoría de disponibilidad del gestor: % de servicio activo, tolerancia a fallos, recuperación ante fallos y confiabilidad.

n: número de atributos total.

La Disponibilidad se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < Disponibilidad * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < Disponibilidad * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $Disponibilidad * 100\% \leq 80\%$.

Atributo de % de servicio activo³¹

Indica el porcentaje del tiempo en el que los servicios del gestor permanecen activos y operables.

Métricas y procedimiento de evaluación

Se adoptó la propuesta de plantilla de métricas para el porcentaje de servicio activo propuesto por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST³²) en [1]. La

³¹ Aplicable en procesos de caracterización o evaluación de diseños en donde se cuenten con datos históricos de disponibilidad del servicio.

³² Siglas correspondientes al término en inglés: National Institute of Standards and Technology.

Figura 1 muestra un diagrama de la plantilla de la métrica propuesta por el NIST en [1].



Figura 1 Plantilla de la métrica de Disponibilidad del NIST [1]

La Tabla 11 muestra una definición precisa de la plantilla de la métrica.

Tabla 11. Definición de variables, parámetros y reglas de la plantilla en [1]

Definición de variables primarias		
Nombre	Tipo	Expresión
por ciento de servicio activo	por ciento	$= (\text{tiempo total de observación} - \text{downtime total calificado}) * 100 / \text{tiempo total de observación}$
Definición de variables secundarias		
tiempo total de observación	duración	= sum (intervalos de observación)
downtime total calificado	duración	= sum (intervalos downtime calificados)
intervalos de observación	intervalos de tiempo	= (aplicar (reglas de exclusiones de observación) a intervalo de medición)
intervalos de downtime calificados	intervalos de tiempo	= intervalos de observación intercepto (aplicar (reglas de exclusiones de downtime) a intervalos de downtime reales)
intervalos de downtime reales	intervalos de tiempo	= aplicar (reglas de calificación de downtime, reglas de inicio-fin de downtime) a intervalo de medición
Definición de parámetros		
intervalo de medición	intervalos de tiempo	Define el(los) período(s) real(es) de tiempo usado(s) para calcular el por ciento de disponibilidad. Parámetro dinámico (se instancia en el momento de evaluación de la métrica)

precisión de la medición	duración	Cantidad mínima de tiempo usada en todas las mediciones y que expresa la precisión o granularidad de las medidas (expresada en segundos). Parámetro estático (se instancia en el momento de definición de la métrica)
duración mínima de las interrupciones calificadas	duración	Define la duración mínima, bajo la cual un downtime no será calificado. Parámetro estático (se instancia en el momento de definición de la métrica)
Definición de reglas		
exclusiones de observación	intervalos de observación	Reglas de este tipo determinan qué períodos de tiempo no cuentan como parte del periodo de observación (ej.: mantenimientos programados)
inicio-fin de downtime	intervalos de downtime reales	Reglas de este tipo determinan cómo identificar el principio y fin de un downtime.
calificación de downtime	intervalos de downtime reales	Reglas de este tipo definen la naturaleza precisa de un downtime.
exclusiones de downtime	intervalos de downtime calificados	Estas reglas determinan problemas en los servicios que no califican como downtimes (ej.: problemas causados por un evento externo incontrolable como un terremoto, o pérdidas del servicio por parte del cliente). Una de estas reglas a menudo establece una duración mínima para el downtime, por debajo de la cual los downtime no se cuentan (ej.: un downtime debe tardar al menos 10 min. Este tiempo mínimo es contemplado por un parámetro: duración mínima de las interrupciones calificadas.

De la Tabla 11 se debe señalar la diferencia entre las variables y los parámetros.

Una variable está asociada con una expresión que calcula su valor durante la aplicación de la métrica, mientras que un parámetro es un rango para un valor que debe ser determinado antes de que la métrica sea realmente usada. Puede ser establecido en el momento en que la métrica es creada de la plantilla en caso de

que el valor sea el mismo para todas las aplicaciones. Ese tipo de parámetros son conocidos como parámetros estáticos. De otra manera puede ser establecido en cada aplicación de la métrica si este cambia de una aplicación a otra. Este tipo de parámetros se conoce como parámetros dinámicos. Otro aspecto a señalar es el uso de operadores genéricos, como el operador **sum** de la suma, el operador **aplicar** para la aplicación de reglas y el operador **intercepto** correspondiente a la operación matemática entre conjuntos intercepto. [1]

La Figura 2 resume el conjunto de definiciones brindadas. En ella se aprecia cómo los intervalos de downtime calificados son el resultado de la intersección de los intervalos de observación con los intervalos de downtime reales una vez que les han sido aplicadas a estos últimos las reglas de exclusiones de downtime.

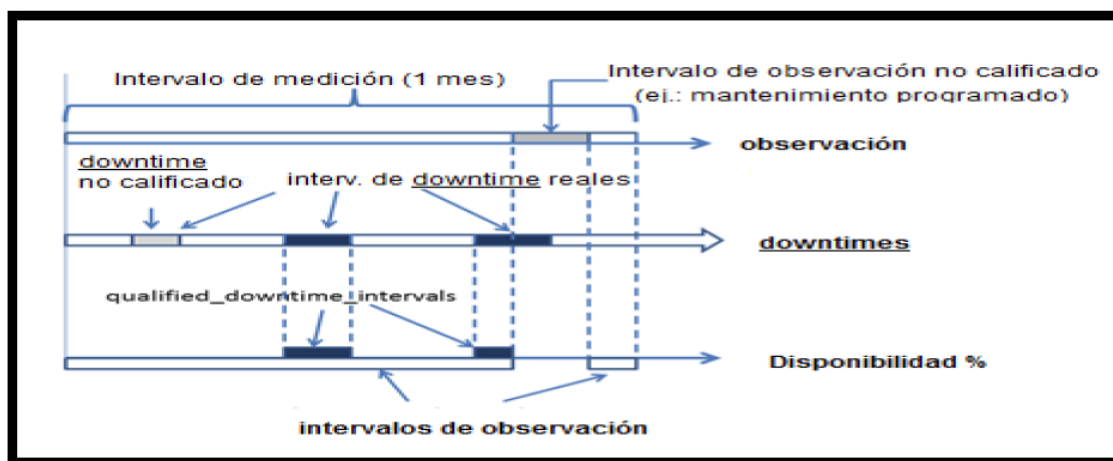


Figura 2. Intervalo de medición con parámetros y reglas aplicadas [1]

En consecuencia, para poder evaluar el “% de servicio activo” es necesario monitorizar los parámetros definidos en la Tabla 11, y conciliar las reglas. De manera general los parámetros son definidos para un año fiscal, pero esto puede ser conciliado con la entidad cliente de acuerdo a sus necesidades y requerimientos. Las herramientas a emplear pueden ser los logs del gestor o herramientas de

gestión como Zabbix. Si cumple con los requerimientos de disponibilidad acordados, la evaluación debe ser de Excelente (1), de lo contrario Mal (0).

Atributo de Tolerancia a Fallos

Indica la capacidad del gestor para continuar operando adecuadamente ante la ocurrencia de fallos planificados o no.

Métricas y procedimiento de evaluación

Se propone como métrica primaria el “Nivel de Tolerancia a Fallos del CMP ($N_{TF_{cmp}}$)”. Se proponen cuatro niveles:

- Nivel 1, más bajo: despliegue de sus servicios en forma single-tier, en una sola IV, la que debe funcionar en modo Activo-Pasivo con otra IV idéntica. (Valor = 0,25)
- Nivel 2: despliegue de sus servicios en forma single-tier, en una sola IV, la que debe funcionar en modo Activo-Activo con otra IV idéntica, existiendo un balanceador de repartir la carga entre ambas IV. (Valor = 0,50)
- Nivel 3: despliegue de sus servicios en forma multi-tier, varias IV, en donde los servicios críticos deben trabajar en modo Activo-Activo con IV idénticas, existiendo balanceadores para repartir la carga. El resto de los servicios no críticos deben trabajar en modo Activo-Pasivo. (Valor = 0,75)
- Nivel 4, más alto: despliegue de sus servicios en forma multi-tier, varias IV, en donde todos los servicios deben trabajar en modo Activo-Activo con IV idénticas, existiendo balanceadores para repartir la carga. (Valor = 1,00)

En un proceso de evaluación se debe:

- 1- Identificar el nivel de disponibilidad que requiere la entidad cliente. Debe estar en concordancia con el Rated de disponibilidad al que debe responder la NP/CDV.
- 2- Identificar los niveles de tolerancia a fallos soportados por el gestor. Deben realizarse pruebas de configuración para comprobar el comportamiento del gestor ante posibles fallos.
- 3- Otorgar el valor de 0 si el gestor no soporta un nivel que satisfaga los requerimientos de disponibilidad de la entidad cliente, el Rated. De lo contrario,
- 4- Se le debe otorgar el valor del máximo nivel soportado que satisfaga los requerimientos de disponibilidad de la entidad cliente.

Se evaluará de Excelente (E), Muy Bien (MB), Bien (B) o Regular (R) o Mal (M) en función del resultado:

- E: si $N_{TFcmp} * 100\% = 100\%$
- MB: si $N_{TFcmp} * 100\% = 75\%$
- B: si $N_{TFcmp} * 100\% = 50\%$
- Regular: si $N_{TFcmp} * 100\% = 25\%$.
- M: si $N_{TFcmp} = 0$

Atributo de Recuperación ante Fallos³³

Indica la capacidad del gestor de recuperarse ante la ocurrencia de fallos no planificados que afecten su operación normal.

³³ Aplicable en procesos de caracterización o evaluación de diseños en donde se cuenten con datos históricos de disponibilidad del servicio.

Métricas y procedimiento de evaluación

La métrica principal propuesta es el Tiempo Medio de Recuperación (MTTR³⁴) del gestor. El MTTR del gestor debe ser evaluado empleando el procedimiento indicado para obtener “el por ciento de servicio activo”³⁵. El “Factor de Recuperación ante Fallos del CMP (F_{RFcmp})” adoptará el valor de 1 si es Satisfactorio, en caso contrario 0, Insatisfactorio.

Atributo de Confiabilidad³⁶

Brinda una medida de cómo opera sin fallas el gestor bajo condiciones dadas durante un período de tiempo determinado.

Métricas y procedimiento de evaluación

La métrica principal propuesta es el Tiempo Medio entre Fallos (MTBF³⁷) del gestor. El MTBF debe ser identificado empleando el procedimiento indicado para obtener “el por ciento de servicio activo”³⁸. El “Factor de confiabilidad del CMP (F_{Ccmp})” adoptará el valor de 1 si es Satisfactorio, en caso contrario 0, Insatisfactorio.

Dimensión de Efectividad

Indica el grado de factibilidad del gestor desde las perspectivas de: costos, usabilidad y robustez. La Fórmula 21 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus categorías.

³⁴ Siglas correspondientes al término en inglés: Mean Time to Repair.

³⁵ Los fallos contabilizados en el servicio de IaaS deben ser originados por problemas en la infraestructura y/o servicios de soporte de la NP/CDV.

³⁶ Aplicable en procesos de caracterización o evaluación de diseños en donde se cuenten con datos históricos de disponibilidad del servicio.

³⁷ Siglas correspondientes al término en inglés: Mean time Between Failures.

³⁸ Los fallos contabilizados en el servicio de IaaS deben ser originados por problemas en la infraestructura y/o servicios de soporte de la NP/CDV.

$$Factibilidad_{CMP} = \frac{\sum_{i=1}^n Categoría_i}{n} \quad (21)$$

En donde:

Categoría_i: es la evaluación final otorgada a las categorías de factibilidad: usabilidad, robustez y factibilidad económica.

n: número de atributos total.

La Factibilidad del gestor se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < Factibilidad_{CMP} * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < Factibilidad_{CMP} * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $Factibilidad_{CMP} * 100\% \leq 80\%$.

Categoría de Usabilidad

La magnitud en que el gestor puede ser utilizado por los CSU y el CSP para alcanzar sus metas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado. La Fórmula 22 indica su valor numérico en función de la evaluación de sus atributos.

$$Usabilidad_{CMP} = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo_i}{n} \quad (22)$$

En donde:

Atributo_i: es la evaluación final otorgada a los atributos de la categoría de usabilidad del gestor: eficiencia de uso, efectividad y satisfacción del usuario.

n: número de atributos total.

La Usabilidad se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < \text{Usabilidad} * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < \text{Usabilidad} * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $\text{Usabilidad} * 100\% \leq 80\%$.

Atributo de Eficiencia de Uso

Indica los esfuerzos y recursos dedicados al gestor para obtener los resultados deseados. Puede ser evaluada numéricamente mediante la métrica “Indicador de la Facilidad de Uso del CMP ($I_{FU_{cmp}}$)”, como indica la Fórmula 23 o su versión ponderada, Fórmula 24:

$$I_{FU_{CMP}} = \frac{FU_{CSU} + FU_{CSP}}{2} \quad (23)$$

$$I_{FU_{CMP}} = \frac{w_1 * FU_{CSU} + w_2 * FU_{CSP}}{w_1 + w_2} \quad (24)$$

En donde:

FU_{CSU}: Indicador de la Facilidad de Uso de los servicios de IaaS ofrecidos por el gestor. Puede ser evaluado numéricamente como indica la Fórmula 25:³⁹

$$FU_{CSU} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (25)$$

En donde los parámetros a evaluar son⁴⁰:

- Facilidad de aprendizaje: esfuerzos requeridos por los CSU para comprender y aprender a usar las interfaces de los servicios de IaaS.
- Facilidad de operación: capacidad de que las interfaces del servicio de IaaS permitan una operación o interacción sencilla, clara e intuitiva.

³⁹ De no ser evaluado toma el valor de 1.

⁴⁰ Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

- Preparación de los CSU: nivel de habilidad, formación y experiencia necesarios en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para hacer uso del servicio de IaaS.
- Calidad de la documentación: La documentación y manuales de usuario son útiles y de gran ayuda.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Facilidad de aprendizaje:

Muy difícil ____ (0)	Difícil ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Fácil ____ (0,75)	Muy fácil ____ (1)
-------------------------	------------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------

Facilidad de operación:

Muy Complejo ____ (0)	Complejo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Simple ____ (0,75)	Muy simple ____ (1)
-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------

Preparación de los CSU:

Altos ____ (0)	Superior ____ (0,25)	Medio superior ____ (0,50)	Medio ____ (0,75)	Básico ____ (1)
-------------------	-------------------------	----------------------------------	----------------------	--------------------

Calidad de la documentación:

Muy baja, para nada instructiva ____ (0)	Baja, poco instructiva ____ (0,25)	Media, algo instructiva ____ (0,50)	Alta, instructiva ____ (0,75)	Muy alta, muy instructiva ____ (1)
---	--	---	-------------------------------------	--

FU_{csp}: Indicador de la Facilidad de Uso del gestor por parte de los recursos humanos de TI para la Operación, Administración y Mantenimiento (OAM) de la infraestructura de la NP/CDV, así como para gestionar y aprovisionar los servicios de IaaS. Puede ser evaluado numéricamente como indica la Fórmula 26:

$$FU_{CSP} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (26)$$

En donde los parámetros a evaluar son⁴¹:

- Facilidad de aprendizaje: esfuerzos requeridos por los administradores de TI para comprender y aprender a usar el gestor.
- Facilidad de instalación y puesta a punto: tiempo y esfuerzos requeridos para tener al gestor listo para su explotación.
- Facilidad de operación: capacidad de que el gestor permita una OAM y aprovisionamiento sencilla e intuitiva de la infraestructura virtualizada y física, así como de los servicios.
- Preparación de los administradores de TI en relación a las áreas de conocimientos del gestor: paradigma de la Computación en la Nube (CN), modelo de despliegue de NP, capacidad y categoría de IaaS, [Arquitectura de Referencia Funcional \(ARF\)](#) de una NP, Sistemas Operativos (SO) Linux, programación, herramientas de automatización de la gestión de configuración, virtualización de: servidores, almacenamiento y red; y seguridad.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Facilidad de aprendizaje:

Muy difícil ____	Difícil ____	Normal ____	Fácil ____	Muy fácil ____
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Facilidad de instalación y puesta a punto:

⁴¹ Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

Muy Complejo ____ (0)	Complejo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Simple ____ (0,75)	Muy simple (1)____
-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Facilidad de OAM y aprovisionamiento:

Muy Complejo ____ (0)	Complejo ____ (0,25)	Normal ____ (0,50)	Simple ____ (0,75)	Muy simple (1)____
-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Preparación de los administradores de TI:

Altos estudios, certificaciones y experiencia ____ (0)	Altos estudios y certificaciones ____ (0,25)	Estudios superiores y certificaciones ____ (0,50)	Técnico superior ____ (0,75)	Técnico medio ____ (1)
---	--	---	------------------------------------	------------------------------

Las encuestas deber ser aplicadas:

- En el caso del CSU, a los diferentes tipos de roles de usuarios de la NP/CDV que vayan a hacer uso del servicio de IaaS.
- En el caso del CSP, a todos los administradores, bajo sus diferentes roles, que vayan gestionar la NP/CDV a través del gestor.

Atributo de Efectividad

Indica el grado de funcionalidad ofrecido por el gestor a los CSU con su servicio de IaaS, y a los administradores de TI para OAM la infraestructura de la NP/CDV, así como los servicios de usuario y soporte. Puede ser evaluada numéricamente mediante la métrica “Índice de Soporte de RF propios del CMP (IS_{CMP})”, como indica la Fórmula 27 o su versión ponderada, Fórmula 28:

$$IS_{CMP} = \frac{IS_{CSU} + IS_{CSP}}{2} \quad (27)$$

$$IS_{CMP} = \frac{w_1 * IS_{CSU} + w_2 * IS_{CSP}}{w_1 + w_2} \quad (28)$$

En donde:

IS_{CSU}: es el Índice de Soporte de RF que le brinda el gestor a los diferentes roles de CSU de la NP/CDV: usuario, administrador y director del negocio [2]. La Fórmula 29 indica su métrica.⁴²

$$I_{CSU} = \frac{\sum_{i=1}^n IS_{FU_n}}{n} \quad (29)$$

En donde a su vez:

Funciones de usuario: se corresponde con las Agrupaciones Funcionales (AF) de la Capa de Usuario de la ARF de la NP/CDV: “Función de Usuario”, “Función de Administración” y “Función de Negocios”. Cada función debe ser evaluada con la métrica “Indicador de Soporte de la Función de Usuario (IS_{FU})” indicada en la Fórmula 30.

$$IS_{FU} = \frac{\# \text{ de RF soportados por el CMP}}{\# \text{ de RF totales de la función en la ARF}} \quad (30)$$

Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto, tanto los soportados como los RF totales de las funciones de la ARF.

n: número de funciones de usuario evaluadas.

IS_{CSP}: es el Índice de Soporte de RF que le brinda el gestor a los administradores de TI. La Fórmula 31 indica su métrica.

$$IS_{CSP} = \frac{\# \text{ de RF soportados por el CMP}}{\# \text{ de RF totales a soportar según ARF}} \quad (31)$$

⁴² De no ser evaluado toma el valor de 1.

En donde a su vez: los RF a considerar de la [ARF](#) son los correspondientes a: la Capa de Servicios, la Capa de Recursos⁴³ y la Capa de Gestión. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto, tanto los soportados como los RF totales de las funciones de la [ARF](#).

Al realizarse la evaluación se debe:

- 1- Identificar los roles de usuario que existirán en la NP, para conocer las funciones de la Capa de Usuario que deben ser consideradas en la evaluación.
- 2- Identificar si los subsistemas de la NP/CDV: plataforma de virtualización, SA y virtualización de redes, en unión con el gestor, serán evaluados de forma independiente. De ser positivo, en la Capa de Recursos solo debe considerarse los RF del componente funcional de “Control y Orquestación de Recursos”.
- 3- Conocer las clasificaciones otorgadas a los RF en cuanto a: Obligatorios, Recomendables y Opcionales.
- 4- Realizar pruebas de concepto para comprobar la eficacia de la implementación de los RF en el gestor.
- 5- Otorgar una evaluación cualitativa en función de:

Excelente: si $90\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 100\%$.

⁴³ Si los subsistemas de: plataforma de virtualización, SA y virtualización de redes van a ser evaluados posteriormente, como su evaluación es la unión con el gestor, en este atributo solo debe considerarse los RF del componente funcional de esta capa “Control y Orquestación de Recursos”.

Muy bien: si $80\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 90\%$.

Bien: si $60\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 80\%$.

Regular: si $40\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 60\%$.

Mal: si $IS_{CMP} * 100\% \leq 40\%$.

Atributo de Satisfacción

Indica el grado de satisfacción del CSU y del CSP con los resultados obtenidos debido al empleo del gestor. Puede ser evaluado numéricamente mediante la métrica “Grado de Satisfacción del CMP (GS_{CMP})”, como indica la Fórmula 32 o su versión ponderada, Fórmula 33:

$$GS_{CMP} = \frac{GS_{CSU} + GS_{CSP}}{2} \quad (32)$$

$$GS_{CMP} = \frac{w_1 * GS_{CSU} + w_2 * GS_{CSP}}{w_1 + w_2} \quad (33)$$

En donde:

GS_{CSU} : es el grado de satisfacción del CSU, sus diferentes roles, con los servicios de IaaS que brinda el gestor.

GS_{CSP} : es el grado de satisfacción de los administradores de la infraestructura y servicios de la NP con el gestor.

Se debe aplicar una encuesta tanto a los CSU, como a los administradores de TI, en donde se evidencie su grado de satisfacción con el empleo del gestor de la NP/CDV. La métrica a emplear es la que se muestra en la Fórmula 34.

$$GS = \frac{\sum_{i=1}^n \text{valor asignado al parámetro}_i}{n} \quad (34)$$

En donde los parámetros son las entradas de la encuesta a aplicar. Cada entrada debe ser evaluada de cinco formas posibles con una estructura semejante al ejemplo a continuación:

El grado de satisfacción con el empleo del gestor es:

Muy bajo ____ Bajo ____ Normal ____ Alto ____ Muy alto ____
(0) (0,25) (0,50) (0,75) (1)

Categoría de Robustez

Indica los índices de consolidación y soporte del gestor. La Fórmula 35⁴⁴ indica su valor numérico en función de la evaluación de sus atributos.

$$Robustez_{CMP} = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo_i}{n} \quad (35)$$

En donde:

Atributo_i: es la evaluación final otorgada a los atributos de la categoría de robustez del gestor: consolidación de la solución, y documentación y tipos de soporte técnico.
n: número de atributos total.

La Robustez se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < Robustez * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < Robustez * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $Robustez * 100\% \leq 80\%$.

⁴⁴ Puede ser empleado su versión ponderada.

Atributo - Consolidación de la solución

Indica el grado de aceptación y penetración en el mercado del gestor, así como su estabilidad en el soporte en tres años. Puede ser evaluado numéricamente mediante la métrica “Indicador de Consolidación en el Mercado del CMP (IC_{CMP})”, como indica la Fórmula 36⁴⁵:

$$IC_{CMP} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (36)$$

En donde los parámetros a evaluar son⁴⁶:

- Penetración en las infraestructuras de NP/CDV empresariales: centros de investigación, universidades, empresas, industrias.
- Evaluar el tamaño y los esfuerzos dedicados de la comunidad SLCA que le brinda soporte al gestor.
- Evaluar el roadmap y la proyección de la evolución y soporte del gestor para los tres años del ciclo de vida promedio de la NP/CDV.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Penetración en las infraestructuras de NP/CDV empresariales: centros de investigación, universidades, empresas, industrias:

Muy bajo ____	Bajo ____	Medio ____	Alto ____	Muy alto ____
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Evaluar el tamaño y los esfuerzos dedicados de la comunidad SLCA que le brinda soporte al gestor:

⁴⁵ Puede ser empleado su versión ponderada.

⁴⁶ Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente	Grande	Muy grande
—	—	—	—	—
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Evaluar el tamaño y los esfuerzos dedicados de la comunidad SLCA que le brinda soporte al gestor:

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente	Grande	Muy grande
—	—	—	—	—
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Evaluar el roadmap y la proyección de la evolución y soporte del gestor para los tres años de ciclo de vida promedio de la NP/CDV:

Malo	Regular	Bien	Muy bien	Excelente
—	—	—	—	—
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Para la evaluación deberán ser consultados los datos estadísticos de consultoras internacionales reconocidas en la rama como Gartner, Forrester, International Data Corporation (IDC) y RightScale; los datos estadísticos de Google Trends; así como los sitios de los proyectos SLCA. Se propone además consultar la presencia y valoración de las diferentes soluciones en artículos de ciencia y técnica pertenecientes a revistas de alto impacto.

Atributo - Documentación y soporte técnico de la comunidad SLCA

Brinda una medida de la organización, el respaldo y el soporte que le brinda la comunidad SLCA al gestor. Para evaluar este atributo se propone la métrica “Indicador de Soporte Técnico del CMP (IST_{CMP})”, como indica la Fórmula 37⁴⁷:

⁴⁷ Puede ser empleado su versión ponderada.

$$IST_{CMP} = \frac{\sum_1^n \text{valor asignado al parámetro}_n}{n} \quad (37)$$

En donde los parámetros a evaluar son⁴⁸:

- Documentación oficial y tutoriales en cuanto a: diseño lógico y físico, instalación, operación y desarrollo.
- Contribución de wikis y fórums.
- Certificaciones y/o cursos de entrenamiento.

Los parámetros deben ser evaluados en las categorías que a continuación se proponen, las que poseen un valor numérico:

Documentación oficial y tutoriales en cuanto a: diseño lógico y físico, instalación, operación y desarrollo:

Mala __	Regular __	Buena __	Muy buena	Excelente __
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Contribución de wikis y fórums:

Mala __	Regular __	Buena __	Muy buena	Excelente __
(0)	(0,25)	(0,50)	(0,75)	(1)

Certificaciones y/o cursos de entrenamiento:

Muy insuficiente	Insuficiente	Suficiente __	Abundante __	Muy abundante __
—	—	(0,50)	(0,75)	(1)
(0)	(0,25)			

Para la evaluación deberán ser consultados los sitios de las comunidades y proyectos SLCA involucrados.

⁴⁸ Pueden ser incluidos nuevos parámetros a considerar.

Categoría de Factibilidad Económica

Define los costos totales de inversión, directos e indirectos a evaluar ante la selección de un gestor. Se consideran indispensables a evaluar las Inversiones de Capital (CAPEX⁴⁹) y los Gastos de Operaciones (OPEX⁵⁰). La “Factibilidad Económica del CMP (FE_{CMP})” se expresa mediante la Fórmula 38⁵¹, en función de la evaluación de sus atributos.

$$FE_{CMP} = \frac{\sum_{i=1}^n Atributo_i}{n} \quad (38)$$

En donde:

Atributo_i: es la evaluación final otorgada a los atributos de la categoría de factibilidad económica del gestor: CAPEX y OPEX.

n: número de atributos total.

La FE_{CMP} se evaluará de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $FE_{CMP} * 100\% = 100\%$.
- Muy bien: si $75\% \leq FE_{CMP} * 100\% < 100\%$.
- Bien: si $50\% \leq FE_{CMP} * 100\% < 75\%$.
- Regular: si $25\% \leq FE_{CMP} * 100\% < 50\%$.
- Mal: $FE_{CMP} * 100\% < 25\%$.

⁴⁹ Siglas correspondientes al término en inglés: Capital Expenditure.

⁵⁰ Siglas correspondientes al término en inglés: Operational Expenditures.

⁵¹ Puede ser empleado su versión ponderada.

Atributo – CAPEX⁵²

Los costos totales de inversión abarcan todos los costos desde el inicio del proceso de selección del gestor, hasta su puesta en marcha. Ejemplos de los gastos a tomar en cuenta son los que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Gastos a tomar en cuenta como parte de la inversión inicial en la selección y puesta del gestor

Costos:	Especificidades:
Consultoría.	
Costos de adquisición del gestor:	Tipo de solución:
	SLCA
	Comerciales:
	Tipos de licencias:
	Adquisición de soporte obligatorio.
Nodos de cómputo para el despliegue del CMP ⁵³ .	
Capacitación y adiestramiento inicial del personal.	
Pruebas y certificaciones del proyecto.	
Imprevistos.	

La entidad debe evaluar el CAPEX que requiere el gestor por concepto de selección, diseño lógico y físico, instalación, despliegue, requerimientos de hardware y puesta en marcha de acuerdo con alguno de los siguientes valores:

Excelente:	Muy bueno:	Bueno: __	Regular: __	Malo: __
(1)	(0,75)	(0,50)	(0,25)	(0)

Si el CAPEX que se requiere no se encuentra dentro de los márgenes del presupuesto del proyecto, o contribuye a su incumplimiento, pues debe ser evaluado de Mal.

⁵² No aplica a una caracterización inicial.

⁵³ En los casos en que la solución requiera de nodos de cómputo enteramente dedicados a sus servicios.

Atributo – OPEX⁵⁴

Los costos de producción total anual consideran todos aquellos costos en que es necesario incurrir de forma continua en el proceso productivo para lograr brindar los servicios proyectados con los niveles de QoS esperados. Los directos incluyen los que están directamente vinculados al funcionamiento del gestor como el soporte, el mantenimiento, actualización, el mantenimiento a los nodos de cómputo, el consumo de energía eléctrica de estos y los cursos de capacitación. Los indirectos abarcan los gastos de los recursos que no tributan directamente a la producción, pero sí la facilitan.

La entidad debe evaluar el OPEX que requiere el gestor durante el ciclo de vida de la NP/CDV, tres años, para trabajar con la calidad que se requiere de acuerdo con alguno de los siguientes valores:

Excelente: __	Muy bueno: __	Bueno: __	Regular: __	Malo: __
(1)	(0,75)	(0,50)	(0,25)	(0)

Si el OPEX que se requiere no se encuentra dentro de los márgenes de los presupuestos anuales destinados al soporte de la NP/CDV, o contribuye a sus incumplimientos, pues debe ser evaluado de Mal.

Dimensión de Seguridad

Brinda una medida de los controles de seguridad que soporta el gestor. Se propone se evalúe mediante la métrica Índice de Cumplimiento de los RF de Seguridad del CMP (IS_{CMP}) expresada matemáticamente como muestra la Fórmula 39:

⁵⁴ En el caso de la valoración de la reutilización o no del gestor legado, deben ser identificados los costos de producción total anual por concepto de software y de hardware.

$$IS_{CMP} = \frac{I_{soportados}}{I_{totales}} \quad (1)$$

En donde:

$I_{soportados}$: cantidad total de indicadores que tributan al RNF de seguridad que pueden ser soportados por el gestor. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto.

$I_{totales}$: cantidad total de indicadores que tributan al RNF de seguridad que pueden ser soportados por un gestor. Los considerados Obligatorios deben ser sumados con un valor de tres puntos, los recomendados con un valor de dos puntos y los opcionales con un valor de un punto.

De esta forma se obtiene un valor cuantitativo entre 0 y 1, que refleja el nivel de cumplimiento de los RF por el gestor que impactan directamente en la seguridad de la NP/CDV. Se proponen que sean tomados en cuenta los RF que se especifican en las Tablas 13 y 14⁵⁵. Deben aplicarse pruebas de concepto para emitir un criterio ante el soporte o no de los RF.

Se le asignará a IS_{CMP} una evaluación de Excelente (E), Bien (B) o Mal (M) en función del rango en que se encuentre el resultado:

- Excelente: si $90\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 100\%$.
- Regular: si $80\% < IS_{CMP} * 100\% \leq 90\%$.
- Mal: si $IS_{CMP} * 100\% \leq 80\%$.

Tabla 13. RF del gestor que tributan al RNF de la infraestructura de la NP correspondientes a la Capa de usuario

⁵⁵ Se excluyen los RF que tributan a los subsistemas de: plataforma de virtualización, sistema de almacenamiento y red. Estos deben ser evaluados conjuntos a las soluciones a desplegar en la NP.

Requerimiento Funcional		Clasificación		
		Obligatorio	Recomendable	Opcional
Componente Funcional (CF) “Controles de Seguridad”				
Autenticación y autorización.		*		
Control de Acceso Basado en Roles (RBAC ⁵⁶).		*		
Registro de las acciones realizadas por los usuarios.		*		
AF Administración – CF “Gestión de Usuarios y Clientes”				
Crear, modificar, eliminar y controlar las cuentas de (obligatorio):	<ul style="list-style-type: none"> - usuarios - grupos - clientes 	* *	*	
Asignar, modificar y eliminar cuotas de recursos (Recomendable):	<ul style="list-style-type: none"> - A nivel de: <ul style="list-style-type: none"> o usuarios o grupos o clientes - Parámetros a limitar: <ul style="list-style-type: none"> o vCPU o RAM o # de MV o Almacenamiento o # de <u>snapshots</u> o # de IP o IOPS o BW de red 	* * * * * *	* * * *	*
Soportar la gestión de identidad de usuarios (Obligatorio):	Gestión de políticas de la Gestión de identidad y Acceso (IAM ⁵⁷)	*		
	RBAC	*		
	Soporte de <u>Active Directory</u>		*	
	Autenticación multi factor			*
	Soporte del Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (LDAP ⁵⁸)	*		

Tabla 14. RF del gestor que tributan al RNF de la infraestructura de la NP/CDV correspondientes a la Capa de Gestión

CF	RF		Clasificación		
			Obligatorio	Recomendable	Opcional
IAM:			*		
	Fuentes de datos primarios:	<u>Active Directory</u>		*	
		OpenLDAP		*	

⁵⁶ Siglas correspondientes al término en inglés: Role Base Access Control.

⁵⁷ Siglas correspondientes al término en inglés: Identity and Access Management.

⁵⁸ Siglas correspondientes al término en inglés: Lightweight Directory Access Protocol.

		Gestión de identidad local.	*		
	Soporte para el protocolo LDAP.		*		
	Soporte para <u>single-sign-on</u> .				*
	Autenticación multi factor		*		
	RBAC		*		
	Soporte de permisos a niveles de:	Grupos	*		
		Usuarios	*		
		Clientes		*	
		Proyectos			*
Gestión de encriptación:			*		
	Encriptación de datos en reposo			*	
	Encriptación de datos en tránsito		*		
	Gestión de llaves.			*	
Gestión de registros (logs/auditing).			*		

Referencias

- [1] J. Durand, T. Rutt, y F. de Vault, «Cloud Computing Service Metric Templates Primer», National Institute of Standards and Technology, Special Publication 500-xxx, dic. 2014.
- [2] L. R. G. García Perellada y A. A. Garófalo Hernández, «Arquitectura de Referencia para el diseño y despliegue de Nubes Privadas», *Rev. Ing. Electrónica Automática Comun. RIELAC*, vol. Vol.XXXVI, n.º 1, p. 16, ene. 2015.