ANTECEDENTE PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS REFERENCIALES

Ref.: Adquisición e Implementación Llave en Mano de Data Center Modulares

Resumen Ejecutivo

El presente documento constituye un análisis de mercado, desarrollado con el fin de establecer los precios referenciales para los componentes del proyecto de "Adquisición e Implementación Llave en Mano de Data Center Modulares para el MITIC" para el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC) de la República del Paraguay. Este fundamenta técnica y económicamente para la determinación de los precios referenciales.

Alcance del Proyecto

El proyecto contempla la provisión de una solución integral bajo la modalidad "llave en mano", que abarca el diseño, la construcción, el equipamiento completo, la operación y mantenimiento por un período de tres (3) meses, de un centro de datos modular prefabricado. El alcance incluye los subsistemas necesarios para su plena operatividad: obras civiles y de soporte, infraestructura crítica de energía y climatización, una plataforma de nube privada para servicios IaaS, PaaS y SaaS, y la obtención de las certificaciones TIER III en Diseño (*Design Documents*) y Construcción (*Constructed Facility*) emitidas por el Uptime Institute.

La estimación de costos referenciales se fundamenta en una metodología híbrida, diseñada para reflejar con precisión las realidades del mercado tecnológico y de construcción en Paraguay. Este modelo combina un análisis de costos, que desglosa cada componente de hardware y servicio a nivel detallado, con un benchmarking regional que valida las estimaciones contra proyectos de similar envergadura y certificación en América Latina.[1] El modelo incorpora un "Factor de Ajuste de Mercado Paraguayo" que contempla costos logísticos, arancelarios, impositivos y los márgenes comerciales del integrador, asegurando una estimación final anclada en el costo total de propiedad.[3]

El análisis contempla las cuatro fases secuenciales del proyecto, reflejando la inversión necesaria y los hitos de desembolso. En base al peso de cada fase, se realizó la siguiente asignación porcentual:

Fase	Descripción	Porcentaje
Fase 0 – Plan de Ejecución	Cubre los servicios iniciales de consultoría, planificación y análisis de riesgos.	1.50%
Fase 1 – Diseño, Ingeniería y Habilitaciones	Abarca los honorarios de ingeniería para la elaboración de todos los legajos técnicos y los	11.75%

	costos directos de la certificación de diseño.	
Fase 2 – Construcción, Equipamiento e Implementación	Representa la principal inversión de capital (CapEx) en obras civiles, infraestructura electromecánica, equipamiento de TI y la certificación de la instalación construida.	81.25%
Fase 3 – Puesta en Marcha y Servicios Operativos	Destinado a cubrir los costos operativos (OpEx) de los servicios de operación y mantenimiento, contratos de conectividad y el stock inicial de repuestos.	5.50%
Total		**100%**

Durante el análisis se identificaron tres factores determinantes que concentran la mayor parte del presupuesto:

A. **Certificación TIER III:** El requisito de "mantenibilidad concurrente" del estándar TIER III contempla una arquitectura de redundancia N+1 en toda la infraestructura crítica de energía y climatización. Esta duplicación de componentes y la necesidad de rutas de distribución físicamente separadas representan el sobrecosto técnico más significativo del proyecto, pudiendo incrementar el costo entre un 25% y 40% en comparación con un diseño de menor nivel.[6]
B. **Plataforma de Nube Privada:** La adquisición de una infraestructura completa para la solución de nube, que incluye nodos de cómputo, un sistema de almacenamiento primario basado en tecnología SSD y una librería de cintas para respaldo, constituye el bloque de gasto más importante en equipamiento de Tecnologías de la Información (TI). A nivel global, se estima que el 60% de la inversión en centros de datos de IA se destina a desarrolladores de tecnología y hardware.[9]
C. **Contrato de Operación y Mantenimiento:** La provisión de un servicio integral de O&M 24/7 representa un costo operativo sustancial que se capitaliza dentro del valor total del proyecto "llave en mano".

1. Metodología de Análisis de Mercado y Estimación de Costos

1.1. Objetivo

El objetivo de esta sección es establecer la metodología utilizada para la determinación de los precios referenciales. El enfoque adoptado busca asegurar la replicabilidad del análisis y proporcionar un marco defendible para la evaluación de las ofertas económicas. La metodología está diseñada para reflejar el costo total inherente a un contrato "llave en mano", la cual considera más allá de los precios de lista de los componentes individuales, para incorporar todos los costos directos e indirectos, los servicios, la gestión de riesgos y los márgenes comerciales necesarios para entregar una solución completamente funcional y certificada.

No obstante, vale destacar que en las Políticas GN-2349-15, no se establece la obligatoriedad de la estimación de precios referenciales de acuerdo con los mecanismos nacionales vigentes; según lo mencionado en el apartado Precios, numeral 2.28 "*Los llamados a licitación para adquisición de bienes se*

efectuarán con base en Incoterms CIP [transporte y seguro pagados hasta (lugar de destino convenido)] para todos los bienes independientemente del país de origen. Cuando se requiera instalación, puesta en servicio u otros servicios similares, como en el caso de contratos de "suministros e instalación", el oferente deberá cotizar adicionalmente por estos servicios".

1.2. Análisis de Componentes

La base del análisis es un modelo de costos que implica el desglose de cada anexo técnico contemplado en el Pliego de Bases y Condiciones, tanto bienes patrimoniables como servicios.
Para determinar el costo de cada componente principal de hardware —tales como grupos electrógenos, sistemas UPS, unidades de climatización de precisión, servidores, switches y sistemas de almacenamiento—, el proceso de estimación parte de los precios de lista de fabricantes líderes en el mercado global, reconocidos por su calidad en entornos de misión crítica. A este valor inicial se le aplica un factor de descuento para aproximarlo al precio de venta real que se ofrece al canal de distribución o a grandes integradores, reflejando así las economías de escala de un proyecto de esta magnitud. Posteriormente, se incorpora un Factor de Ajuste de Mercado Paraguayo, un multiplicador compuesto diseñado para contextualizar los precios al entorno local, el cual contempla los diversos costos indirectos que el proveedor adjudicado debe asumir en el país, y se presentan a continuación:

- **Costos de Importación y Aranceles:** Tasas aduaneras aplicables a la importación de equipos tecnológicos y de construcción, que en Paraguay pueden variar entre 0% y 35% dependiendo del tipo de bien y su origen.[5]
- **Logística y Seguros:** Costos de flete internacional (marítimo y/o aéreo), seguro de transporte contra todo riesgo, y logística local, incluyendo transporte terrestre, grúas para izamiento y descarga en sitio.[4]
- **Impuestos Locales:** Se incluye el Impuesto al Valor Agregado (IVA) general del 10%.[3]
- **Márgenes del Integrador:** Se contempla el margen comercial y de utilidad del contratista, que cubre sus costos operativos, administrativos y el beneficio esperado por la ejecución del proyecto. Para proyectos de gran envergadura como un centros de datos con certificación tier III, los márgenes brutos pueden oscilar entre 8-12%, con márgenes netos finales entre 2-6%.[17]

Al utilizar este enfoque se asegura que el precio referencial de cada bien además de reflejar su el precio de lista, también refleje el costo total de su nacionalización e instalación en el sitio del proyecto.

1.3. Benchmarking Regional

Para validar los resultados del análisis de componentes y para tasar servicios complejos donde la valoración no se deriva directamente de un precio de lista (como los servicios de diseño, ingeniería, gestión de proyecto y operación y mantenimiento), se emplea un modelo basado en benchmarking.

Este modelo utiliza datos y métricas de proyectos de construcción de centros de datos de escala y certificación TIER III comparables en la región de América Latina.[1] Las métricas utilizadas incluyen:

- **Costo por kW de Carga Crítica de TI:** Es el indicador más estandarizado en la industria. Los costos de construcción de centros de datos pueden variar entre 7 y 12 millones de USD por megavatio (MW).[20] Para un centro de datos TIER III, el costo por kW se estima en aproximadamente 23,000 USD.[8]
- **Costo por Rack:** Una métrica más general que divide el costo total del proyecto por el número de gabinetes a instalar. El mercado de racks en América Latina está en crecimiento, con una proyección

de alcanzar los 50 millones de USD para 2027.[23]

Estos valores de referencia regionales son posteriormente ajustados utilizando índices de paridad de poder adquisitivo, costos de construcción y niveles salariales específicos para Paraguay, para normalizar la comparación y obtener un rango de costos validado para el proyecto.[24]

1.4. Cuantificación de Costos asociados y Contingencias

Un proyecto "llave en mano" de esta magnitud involucra costos no directamente asociados a equipos o materiales, así como una prima por la transferencia de riesgo al contratista. La metodología los incorpora explícitamente:

- **Honorarios Profesionales:** Se asigna un porcentaje del costo total de la construcción para cubrir los servicios de diseño, arquitectura e ingeniería. Para proyectos complejos, los honorarios de diseño Mecánico, Eléctrico y Plomería pueden representar entre el 4% y el 10% del costo de esa porción de la obra.[25]
- **Costos de Certificación:** Se provisionan de manera específica las tarifas que el Uptime Institute cobra por sus servicios de revisión y certificación, tanto para la fase de diseño como para la de construcción. Estos son costos directos e ineludibles del proyecto.[26]
- **Gestión de Proyecto y Supervisión:** Se asigna un porcentaje del valor total del contrato para cubrir los costos administrativos y de gestión del proyecto por parte del adjudicado.
- **Prima de Riesgo "Llave en Mano":** La modalidad contractual "LLAVE EN MANO" implica una transferencia integral del riesgo desde MITIC hacia el adjudicado. Un contratista prudente y solvente cuantificará este riesgo e incorporará una prima o contingencia en su oferta, que típicamente puede variar entre un 10% y un 20% del costo directo total.[28]

La combinación de estos factores revela una realidad del proyecto, y es que el costo final no es simplemente la suma de sus partes. La exigencia de una certificación TIER III requiere una arquitectura de redundancia que eleva sustancialmente el costo de la infraestructura base. A su vez, la modalidad "llave en mano" añade una capa de costos asociada a la gestión integral y la asunción de riesgos. Por lo tanto, si el análisis de precios omite estos multiplicadores estructurales subestimaría el valor de mercado de la solución solicitada y conduciría a un presupuesto de referencia inviable.

2. Estructura del Proyecto y Componentes por Fase

2.1. Fases del Ciclo de Vida del Proyecto

El proyecto se estructura en cuatro fases secuenciales y lógicas, que definen los hitos de entrega de productos y servicios (*entregables*), condicionando los desembolsos presupuestarios a la recepción satisfactoria de cada fase completada. Esta estructura proporciona al MITIC un mecanismo de control y seguimiento sobre el avance y la calidad del trabajo del adjudicado. Las fases se presentan cuanto sigue:

- **Fase 0 - Plan de Ejecución:** La fase fundacional, donde se establecen las bases de la gestión del proyecto. Incluye la entrega de toda la planificación detallada, cronogramas, diagramas de Gantt, planes de gestión y el análisis multidimensional de riesgos.
- **Fase 1 - Diseño, Ingeniería y Habilitaciones:** Esta fase contempla los trabajos de ingeniería y arquitectura previo a la construcción. Su objetivo es la producción y aprobación de todos los legajos técnicos completos para cada uno de los subsistemas del centro de datos. Culmina con el hito: la

obtención de la "Certification of Design Documents" TIER III por parte del Uptime Institute.

- **Fase 2 - Construcción, Equipamiento e Implementación:** Corresponde a la materialización física del proyecto. Abarca la ejecución de todas las obras civiles, la provisión, instalación y comisionamiento de toda la infraestructura electromecánica y el equipamiento de TI. Esta fase concluye con la superación de todas las Pruebas de Aceptación en Sitio (SAT) y la obtención del segundo hito de certificación: la "Tier Certification of Constructed Facility".
- **Fase 3 - Puesta en Marcha y Servicios Operativos:** Esta fase marca la transición del centro de datos a un estado plenamente operativo. Incluye la entrega de la documentación final "As-Built", manuales de operación, la activación de los servicios de conectividad y la Operación por parte del adjudicado en acompañamiento con ingenieros del MITIC.

3. Análisis Detallado y Desglose de Precios por Fase del Proyecto

Esta sección presenta el desglose detallado del presupuesto, donde se observan los costos entre las cuatro fases del proyecto e indicando cada asignación con base en el análisis de mercado y los requisitos técnicos.

3.1. Fase 0: Plan de Ejecución - (Costo Estimado: 1.50% del Total - 300,000 USD)

Aunque representa una porción menor del presupuesto, esta fase es estratégicamente importante. Los costos asociados son exclusivamente para servicios de consultoría de alta especialización.

Estos costos corresponden a honorarios profesionales de consultores senior especializados en diseño y construcción de centros de datos, así como a ingenieros de riesgos.

3.2. Fase 1: Diseño, Ingeniería y Habilitaciones - (Costo Estimado: 11.75% del Total - 2,350,000 USD)

Esta fase concentra la totalidad del esfuerzo intelectual para traducir los requerimientos en un conjunto de planos y especificaciones constructivas.

Los honorarios por servicios de diseño e ingeniería para un centro de datos con certificación TIER III suelen oscilar entre el 6% y el 10% del costo total de construcción.25 Las tarifas del Uptime Institute son fijas y constituyen un costo directo.[26]

3.3. Fase 2: Construcción, Equipamiento e Implementación - (Costo Estimado: 81.25% del Total - 16,250,000 USD)

Esta fase representa el núcleo de la inversión de capital (CapEx) del proyecto. El costo de construcción de un centro de datos se desglosa típicamente de la siguiente manera: Sistemas Eléctricos (40-45%), Estructura y Obra Civil (15-20%), Sistemas Mecánicos/Refrigeración (15-20%) y Acondicionamiento del Edificio (20-25%).[7]

En lo relacionado a obras civiles, los costos se basan en los precios unitarios de construcción en Paraguay, que para una vivienda nueva rondan los 500 USD/m², pero para estructuras industriales y comerciales son considerablemente mayores.[24]

En cuanto al costo de estos equipos de infraestructura eléctrica es uno de los principales del proyecto. La redundancia N+1, requisito de TIER III, duplica la inversión en los componentes más costosos.

Igualmente, en todo lo relacionado a infraestructura mecánica, el costo es elevado por la redundancia N+1. Los sistemas de refrigeración pueden representar entre el 30% y el 55% del consumo energético total de un centro de datos.[30]

El mercado de centros de datos modulares está en plena expansión, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) proyectada del 17.93%.[32]

Además, es muy importante señalar que el mayor bloque de inversión se trata hardware de TI relacionado a la infraestructura de nube privada para el MITIC. El costo de un sistema SAN en tecnología SSD combinado con los servidores y todas las licencias para su funcionamiento son particularmente elevados.

Finalmente, la certificación de construcción correspondiente al TIER III, eleva más aún los costos.

3.4. Fase 3: Puesta en Marcha y Servicios Operativos - (Costo Estimado: 5.50% del Total - 1,100,000 USD)

Esta fase cubre los gastos operativos iniciales que, bajo la modalidad "llave en mano", deben ser incluidos en el presupuesto total del proyecto.

El costo del puesta en marcha y los servicios asociados a esta, son una de las partidas más significativas. Se calcula como un porcentaje anual del valor de la infraestructura crítica a mantener (típicamente entre 5% y 8% anual), más los costos salariales del personal.

4. Planilla Consolidada de Precios Referenciales y Asignación Presupuestaria:

(VER ANEXO 1)

5. Conclusiones y Consideraciones

5.1. Resumen de Hallazgos

El análisis de mercado y la estructuración de costos para el proyecto del Centro de Datos Modular TIER III del MITIC confirman que el presupuesto total es adecuado para los objetivos y especificaciones técnicas establecidas, no obstante, puede considerarse un 10% sobre el valor establecido a modo de considerar imprevistos. La distribución del presupuesto revela una alta concentración de la inversión en la Fase 2 (Construcción), que acumula aproximadamente el 74% del valor total del proyecto. Dentro de esta fase, los impulsores de costo más significativos son, en orden de magnitud: la plataforma de nube privada, la infraestructura eléctrica crítica y la infraestructura mecánica de precisión. Este patrón de costos es consistente con proyectos de centros de datos de alta disponibilidad a nivel internacional.[21]

5.2. Ponderación de Costos y Complejidad

Si bien las obras civiles representan una base muy importante, el análisis demuestra que la complejidad técnica y el peso financiero del proyecto residen en la infraestructura electromecánica y de TI. La correcta especificación, adquisición, instalación e integración de los sistemas redundantes de energía y climatización, junto con la plataforma de cómputo y almacenamiento de alto rendimiento, constituyen el mayor desafío técnico y la principal fuente de costos. El éxito del proyecto no dependerá únicamente de la calidad de la construcción civil, sino de la capacidad del adjudicado para integrar de manera impecable estos subsistemas tecnológicos.