

Indicadores de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales de la ABAE

Quality Indicators for the ABAE Satellite Image Service

Roselyne Bustamante, *Personal de Investigación V, ABAE*

Resumen—La reciente incorporación de la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), como miembro del "International Charter, Space & Major Disasters" en el 2016 y el uso de las imágenes satelitales en áreas estratégicas como gestión de recursos, planificación urbana y agrícola, seguridad alimentaria y defensa integral de la nación para el monitoreo de las actividades de cultivos ilícitos, minería ilegal, y pistas clandestinas, constituyen razones importantes para garantizar la calidad de las imágenes satelitales, a fin de ofrecer a los interesados un producto que no solo cumpla con sus requerimientos, sino que supere sus expectativas. Para ello, es necesario la evaluación de todos los procesos involucrados para alcanzar los objetivos de la calidad que requiere el servicio. Por esta razón, es primordial establecer los procesos de planificación, aseguramiento y control de la calidad especificados en los estándares de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y en las mejores prácticas de gerencia de proyectos. Para esto, es fundamental el análisis de la norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos"[1] y la "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos" (PMBOK) [2], del Project Management Institute (PMI), para la creación de los indicadores, a través de un proceso de medición, que permita conocer hasta qué punto se están logrando los objetivos operacionales, tácticos y estratégicos de la institución, relacionados con la generación, procesamiento y distribución de los datos espaciales y gestión de la calidad para el servicio de imágenes satelitales que brinda la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales. El cumplimiento de las especificaciones técnicas y operacionales de este servicio, determinará su eficacia, eficiencia y productividad. Dichos indicadores permitirán la evaluación de los procesos y la determinación de las acciones correctivas y preventivas, con miras a optimizar la prestación del servicio tanto a nivel nacional como internacional, actividad alineada con los objetivos estratégicos de la institución.

Palabras Clave—Aseguramiento, calidad, control, imágenes satelitales, norma, planificación, proyecto, servicio.

Este documento de investigación fue presentado para su revisión el 25 de Agosto de 2017 ante el Comité Organizador del II Congreso Venezolano de Tecnología Espacial.

R. Bustamante se desempeña como Investigadora V de la Dirección de Calidad, Normalización y Regulación en la Unidad de Calidad de Bienes y Servicios Espaciales de la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, Caracas, Distrito Capital, República Bolivariana de Venezuela (e-mail: rbustamante@abae.gob.ve) y fue Ingeniero de Proyectos de la Coordinación de Obras Civiles y Proyectos, Dirección de Investigación e Innovación Espacial, Unidad de Ingeniería y Operaciones de la ABAE inicialmente llamada Telecomunicaciones en la que también laboró.

Abstract—The recent incorporation of the Bolivarian Agency for Space Activities (ABAE), as a member of the "International Charter, Space & Major Disasters" in 2016 and the use of satellite images in strategic areas such as resource management, urban and agricultural planning, food security and integral defense of the nation for the monitoring of illicit crop activities, illegal mining, and clandestine landing strips are important reasons for guaranteeing the quality of satellite images, in order to offer stakeholders a product that not only complies with their requirements, but exceed their expectations. For this, it is necessary to evaluate all the processes involved in order to achieve the quality objectives required by the service. For this reason, it is essential to establish the quality planning, assurance and control processes specified in the standards of the International Organization for Standardization (ISO) and in the best practices of project management. For this, it is fundamental to analyze the ISO 21500: 2012 "Project Management and Management" [1] and the Project Management Fundamentals Guide (PMBOK) [2], the Project Management Institute (PMI), For the creation of the indicators, through a measurement process, to know to what extent the operational, tactical and strategic objectives of the institution are being achieved, related to the generation, processing and distribution of spatial data and Quality management for the satellite imagery service provided by the Bolivarian Agency for Space Activities. The compliance with the technical and operational specifications of this service will determine its effectiveness, efficiency and productivity. These indicators will allow the evaluation of processes and determination of corrective and preventive actions, in order to optimizing the provision of the service both nationally and internationally, an activity aligned with the strategic objectives of the institution.

Index Terms—Assurance, control, planning, project, quality, satellite images, service, standard.

I. INTRODUCCIÓN

LA misión, visión y la política de una institución brindan los lineamientos a ser considerados para el diseño de sus objetivos estratégicos (de largo plazo que comprenden toda la institución), tácticos (de corto a mediano plazo que comprenden las direcciones y coordinaciones) y operacionales (de corto plazo que comprenden las unidades y áreas más específicas). Dichos objetivos deben ser medibles, a fin de determinar el grado de cumplimiento de los mismos, y las oportunidades de mejora en el desempeño de la organización.

El Servicio de Imágenes Satelitales de la ABAE, es un proceso medular de la organización alineado con sus objetivos

estratégicos, tácticos y operacionales, ligados a las áreas productivas de desarrollo económico, científico y social. Basado en esto, el Satélite Miranda tiene una función destacada, ya que apoya a organizaciones públicas y/o privadas, nacionales e internacionales, para la gestión de riesgos, planificación urbana, seguimiento de cultivos, investigación científica, contaminación de las aguas y de la atmósfera, entre otros aspectos. Asimismo, próximamente tendremos el Satélite Sucre, con especificaciones técnicas superiores y mejoras competitivas para la generación, procesamiento, distribución de los datos espaciales y gestión de la calidad de las imágenes satelitales de la ABAE, siendo el objetivo principal del presente artículo, el diseño y desarrollo de indicadores de la calidad basados en los tres (3) grandes procesos básicos de la gestión de la calidad de un proyecto: la planificación, el aseguramiento y el control de la calidad. La implementación de una Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales se constituye un proyecto la primera vez que se ejecuta, por ser único y tener una fecha de inicio y de culminación. Por su parte, el servicio supone un conjunto de actividades que se ejecutan en forma repetitiva, que requieren de una gestión de la calidad que permita satisfacer los requerimientos del cliente.

II. GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA EL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES Y SUS INDICADORES

La Norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos"[1] especifica grupos de materias caracterizados como procesos que tienen un propósito definido, descripción, entradas y salidas principales e interdependientes (4.2.3.1) y "el grupo de materia calidad incluye los procesos necesarios para planificar y establecer el aseguramiento y control de la calidad" (4.2.3.9). El grupo de materias "Calidad" se ejecuta mediante los grupos de procesos que se muestran en la figura 1.



Fig. 1. Detalles del grupo de procesos del grupo de materia Calidad de la Norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos"[3]

El cumplimiento de los objetivos de cada uno de los procesos de la gestión de la calidad se mide a través de indicadores.

Un indicador es una medida cuantitativa que puede usarse como guía para controlar y valorar la calidad de las diferentes

actividades [4]. Es decir, la forma particular (numérica) en la que se mide o evalúa cada uno de los criterios.

En la figura 2, se muestra un esquema de los procesos que conforman la gestión de la calidad para el servicio de imágenes satelitales, destacando el enfoque basado en procesos, principio de la calidad descrito en la Norma ISO 9001:2015 [5]. Adicionalmente, se puede observar los requisitos de entrada, así como la necesidad de herramientas y técnicas para la ejecución de los procesos. Finalmente, las salidas generadas en cada proceso, insumos que permiten determinar los indicadores de la calidad. Este artículo presentará una propuesta general para los indicadores de la calidad del Servicio de Imágenes Satelitales.

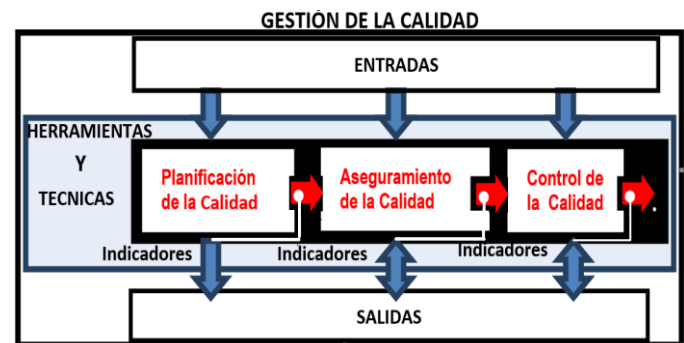


Fig. 2. Procesos de la Gestión de la Calidad: Planificación, Aseguramiento y Control de la Calidad e indicadores.

A. Procesos de la Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales

1) La Planificación de la Calidad.

Según la Norma ISO 21500:2012, el Grupo de Procesos de Planificación hace referencia a que estos procesos son empleados para especificar las tareas detalladas necesarias para la planificación y sirven de guía para la gestión de la implementación del proyecto, y su control a través de procesos de medición [1].

Fernández, J. [3], en el documento Proyecto Final de Carrera ISO 21500 de la *Universitat Politècnica de Catalunya* hace referencia a planificar la calidad indicando que "el proceso identifica qué normas y requisitos de calidad son relevantes para el proyecto y los entregables... y determina cómo satisfacerlas en base a los objetivos del proyecto". Asimismo, las mejores prácticas en gerencia de proyectos presentadas en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) o "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos" del Project Management Institute (PMI), afirma que "Planificar la Gestión de la Calidad es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos" [2]. "La finalidad de planificar la calidad es determinar los requisitos de calidad y las normas que serán aplicadas al proyecto, los entregables del proyecto, y cómo los requisitos y normas serán cumplidos en base a los objetivos del proyecto",

aspecto descrito en la norma ISO 21500:2012, en su apartado 4.3.32 [1].

La planificación de la calidad, sin lugar a dudas, es una etapa fundamental y de vital importancia para la ejecución de un proyecto o la prestación de un servicio, que determinará el éxito del mismo.

Para ejecutar la planificación de la calidad, la Norma ISO 21500:2012 [1] indica las entradas necesarias y las salidas que debe generar el proceso. El PMBOK, por su parte, brinda una guía acerca de las herramientas y técnicas que se pueden emplear para la ejecución del proceso. En la tabla I, se muestran los documentos y requisitos necesarios para ejecutar el proceso de planificación de la calidad, a través de algunas o todas las técnicas y herramientas presentadas como el análisis costo-beneficio del proceso, cuando los beneficios son tanto sociales como económicos,

TABLA I.
PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO:
IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
Plan Estratégico para el Servicio de Imágenes Satelitales	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Costo- Beneficio del Proceso • Estudio comparativo técnico y económico del Servicio de Imágenes Satelitales • Técnicas de recolección de datos. 	Plan de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales
Requisitos de la calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales	<ul style="list-style-type: none"> • 7 Herramientas Básicas de la Calidad • Costo de la calidad para el servicio de imágenes satelitales • Muestreo Estadístico de los beneficios del Servicio de Imágenes Satelitales 	
Cambios Aprobados para el Servicio de Imágenes Satelitales	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones: Dueños de los procesos de generación, procesamiento, distribución y gestión de la calidad 	
Política de la Calidad	Referencia	

Basado en la Norma ISO 21500:2012 [1] y el PMBOK [2]

estudios comparativos técnicos y económicos del servicio de imágenes satelitales y evaluación de sus costos de la calidad, entre otros, mostrando finalmente el documento que será el resultado de todo el estudio, que servirá de orientación clara para realizar la planificación de la calidad denominado Plan de la Calidad.

Las entradas señaladas en la tabla I se basan en la norma ISO 21500:2012 [1], no obstante, es recomendable considerar otras entradas para este proceso que apoyarían, sin duda, en el diseño e implementación de un plan de la calidad, según lo establece el PMBOK [2] como son:

- Mapa del proceso servicio de imágenes satelitales.
- Registro de los interesados en el servicio.
- Registro de riesgos del servicio
- Factores ambientales de la organización ABAE

- Activos de los procesos de la organización en ABAE
- 2) *El Aseguramiento de la Calidad del Servicio de Imágenes Satelitales*

La norma INTE-ISO 21500:2013, equivalente con la norma internacional ISO 21500:2012 “*Guidance on Project Management-Lignes Directrices sur le Management de “Project”*” [1], establece que el Aseguramiento de la Calidad forma parte del Grupo de Procesos de Implementación y afirma en el apartado 4.2.2.4 que “*los procesos de implementación se emplean para realizar las actividades de la gestión de proyecto y para apoyar la producción de los entregables de acuerdo con los planes de proyecto*”.

El aseguramiento de la calidad tiene que ver con el seguimiento y control de cada uno de los procesos, subprocesos, procedimientos, actividades, tareas, instrucciones de trabajo, etc., para la realización de un proceso o la prestación de un servicio. Según la Norma ISO 21500:2012[1], “*la finalidad de realizar el aseguramiento de la calidad es evaluar los entregables y el proyecto. Esto incluye todos los procesos, herramientas, procedimientos, técnicas y recursos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad del proyecto*” (4.3.33). Por su parte, Fernández, J. [3] afirma que el aseguramiento de la calidad “*es el proceso de auditoría de los requisitos de calidad y la aplicación de las normas de calidad mediante la revisión de las medidas de control de calidad*”. Finalmente, el PMBOK [2] establece que “*realizar el Aseguramiento de Calidad es el proceso de auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos*”.

TABLA II
PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROYECTO:
IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas
Plan de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de gestión y control de calidad • Auditorías de la calidad del Servicio • Análisis de procesos del Servicio 	Solicitudes de Cambio para el Servicio de Imágenes Satelitales

Basado en la Norma ISO 21500:2012 [1] y el PMBOK [2].

a partir de las medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen los estándares de calidad y las definiciones operativas adecuadas... facilita la mejora de los procesos de calidad”. En la tabla II se presenta un cuadro descriptivo del Aseguramiento de la Calidad.

Adicionalmente, el PMBOK [2] recomienda considerar otras entradas para este proceso, como las que se mencionan a continuación:

- Plan de mejoras del proceso servicio de imágenes satelitales.
- Métricas de la calidad del servicio del servicio de imágenes satelitales.
- Medidas de control de calidad del servicio.
- Documentos del proyecto.

Las solicitudes de cambio deben ser insumos para la actualización del plan de proyecto para el diseño y la implementación de los indicadores de la calidad que se deberán emplear en la gestión de la calidad del servicio de imágenes satelitales.

3) El Control de la Calidad del Servicio de Imágenes Satelitales

El Control de la Calidad forma parte del Grupo de Procesos de Control, según la Norma ISO 21500:2012[1]. En ella se indica que "*los procesos de control se emplean para seguir, medir y controlar el desempeño del proyecto con respecto al plan de proyecto. Por consiguiente, se puedan tomar acciones preventivas y correctivas y se puedan realizar las solicitudes de cambio, cuando sean necesarias, para lograr los objetivos del proyecto*". Según Fernández, J. [3] el objetivo de realizar el control de la calidad "*es supervisar que se cumplan los objetivos específicos del proyecto, los requisitos y normas acordadas, e identifica modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio*".

Pero ¿Qué es controlar la calidad?; según el PMBOK [2], "*Controlar la calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios*". La norma ISO 21500:2012 [1] indica que "*la finalidad de realizar el control de la calidad es determinar si los objetivos establecidos del proyecto, los requisitos de calidad y las normas están siendo cumplidos, e identificar las causas y las formas de eliminar el desempeño no satisfactorio*".

Para ejecutar el control de la calidad, el PMBOK [2] recomienda emplear las siete herramientas básicas de la calidad como son:

- Diagrama causa y efecto, llamado también diagrama de espina de pescado o de Ishikawa.
- Diagramas de Flujo.
- Las hojas de verificación.
- Los diagramas de Pareto.
- Los histogramas.
- Los diagramas de control.
- Los diagramas de dispersión.

El uso de estas herramientas permite recolectar adecuadamente datos y organizarlos, identificar tanto las causas de los problemas como los efectos, mostrar el funcionamiento de un proceso en forma visual y hacer su revisión detallada, visualizar desviaciones en los procesos con relación a los límites establecidos y hacer estudios estadísticos, entre otras actividades para efectuar el control de la calidad. En la tabla III se presenta un cuadro descriptivo de este proceso.

Las mejores prácticas en gerencia de proyectos reunidas en el PMBOK [2] recomiendan considerar otras entradas para este proceso, como las que se mencionan a continuación:

- Métricas de la calidad del servicio de imágenes satelitales.
- Listas de verificación de calidad.
- Datos de desempeño del trabajo

TABLA III
PROCESO DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Entradas	Herramientas y Técnicas	Salidas	
Plan de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales		Medidas de control de la calidad para el servicio de imágenes satelitales	1 B
Entregables (informes e imágenes satelitales)	<ul style="list-style-type: none"> • 7 Herramientas Básicas de la Calidad • Muestreo Estadístico • Inspección • Revisión de solicitudes de cambio aprobadas 	Entregables verificados de los procesos de GPDDE (generación, procesamiento y distribución de datos espaciales)	
Datos de progreso (Informe del resultado de los procesos)		Informes de inspección de los procesos de GPDDE Solicitudes de cambio de los procesos de GPDDE Acciones correctivas en los procesos GPDDE	1 C

Basado en la Norma ISO 21500:2012[1] y el PMBOK [2].

- Solicitudes de cambio aprobadas.
- Documentos del proyecto.
- Activos de los procesos de la organización.

B. Indicadores de la Calidad para los Procesos de la Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes.

El cumplimiento de los objetivos de cada uno de los procesos de la gestión de la calidad, como son planificación, aseguramiento y control de la calidad, se mide a través de indicadores.

Un indicador, según García et al. [3], es una medida cuantitativa que puede usarse como guía para controlar y valorar la calidad de las diferentes actividades. Es decir, la forma particular (numérica) en la que se mide o evalúa cada uno de los criterios. Este artículo presentará los indicadores de la calidad del Servicio de Imágenes Satelitales.

Los indicadores de la calidad, de acuerdo al portal ISOTools, se definen como instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes, midiendo el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para un proceso determinado [6]. En esencia, los indicadores de la calidad son parámetros resultantes de un sistema de medición que muestran el nivel de cumplimiento de los objetivos de un proceso, entendiendo un sistema de medición como un "*mecanismo sistemático y permanente de monitoreo del avance, resultado y alcance de la operación diaria de la organización y dependencias, para evaluar el cumplimiento de su quehacer organizacional*"[4]. En el caso de esta investigación, se presentará la propuesta de los indicadores de la calidad para los procesos de planificación, aseguramiento y

control de la calidad del servicio de imágenes satelitales que presta la ABAE.

1) *Indicador de la calidad del proceso: "Planificación de la Calidad del Servicio de Imágenes Satelitales (PC (SIS))".*

La salida del proceso de Planificación de la Calidad debe ser un plan de la calidad según "las directrices para el desarrollo, revisión, aceptación, aplicación y revisión de los planes de la calidad", que indica la Norma Internacional ISO 10005:2005[6] en el apartado 1. En esta norma se especifica el contenido del plan de la calidad que permitirá medir el cumplimiento de los requisitos para la elaboración de dicho plan. En la tabla IV, se puede observar los factores a considerar para el diseño del indicador propuesto que contempla el alcance del servicio, objetivos de la calidad y la responsabilidad de la dirección, aspecto de notable relevancia en la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos". Asimismo, todo lo relacionado con los requisitos del servicio, su desempeño y auditoría.

El indicador propuesto es la eficiencia en la planificación de la calidad para el servicio de imágenes satelitales que brinda la ABAE a organismos e instituciones públicas y/o privadas en general, bajo ciertos requerimientos. Este indica en qué medida se hace uso de la información y demás recursos recomendados en la Norma ISO 10005:2005 "Sistemas de gestión de la calidad — Directrices para los planes de la calidad"[5], para

planificar la calidad correctamente, considerando todos los aspectos involucrados en la ejecución de un proyecto o en la prestación de un servicio. Dichos aspectos están reflejados en los factores necesarios para elaborar un Plan de la Calidad (FC (PC)) mostrados en la tabla IV.

Cada uno de estos factores debe tener una descripción detallada así como una orientación clara de cómo ejecutar el proceso mediante los procedimientos, actividades y tareas (figura 3), para la elaboración o generación del insumo necesario, indicando tanto el área como el cargo responsable de ello.



Fig. 3. Esquema para la ejecución de un proceso.

La expresión matemática para medir la eficiencia en el uso de los recursos para la planificación de la calidad se muestra en la ecuación (1).

$$EPC = \frac{\#FC(PC) \times 100\%}{17} \tag{1}$$

Donde:

- EPC (SIS): Eficiencia en la planificación de la calidad para el servicio de imágenes satelitales.
- FC (PC): Factores considerados para el plan de la calidad del servicio de imágenes satelitales.

2) *Indicador de la calidad del proceso: "Aseguramiento de la Calidad del Servicio de Imágenes Satelitales (AC (SIS))".*

La salida del proceso de Aseguramiento de la Calidad debe indicar claramente las solicitudes de cambio debidamente documentadas, después de haber elaborado el informe de seguimiento y control de todos los procesos que intervienen en el servicio, por lo que estos dos factores son fundamentales en el diseño de indicadores. Asimismo, las auditorías muestran el nivel de cumplimiento de los

TABLA IV

FACTORES NECESARIOS PARA EL PLAN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Nº	Factores necesarios para elaborar un Plan de la Calidad (FC(PC))	Instrumento de recolección de datos
1	Alcance del servicio de imágenes satelitales	
2	Objetivos de la calidad del proceso	
3	Responsabilidad de la dirección	
4	Control de los documentos y datos para el servicio de imágenes satelitales	
5	Control de los registros del servicio de imágenes satelitales	
6	Recursos para el servicio de imágenes satelitales	
7	Revisión de requisito/ especificaciones del cliente para el servicio de imágenes satelitales	
8	Comunicación con el cliente	
9	Diseño y desarrollo del producto	
10	Compras necesarias para el servicio de imágenes satelitales	
11	Producción de imágenes satelitales y prestación del servicio	Lista de verificación
12	Identificación y trazabilidad del producto imágenes satelitales y su servicio.	
13	Propiedad del cliente relativo a las imágenes satelitales	
14	Almacenamiento y manipulación de datos para el servicio de imágenes satelitales	
15	Control de productos no conformes	
16	Seguimiento y medición del servicio de imágenes satelitales	
17	Auditoría del servicio de imágenes satelitales	

Basado en la norma ISO 10005:2005 [6]

TABLA V

FACTORES NECESARIOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Nº	Factores necesarios para el Aseguramiento de la Calidad (FC(AC))	Instrumento de recolección de datos
1	Solicitudes de cambio documentadas para el servicio de imágenes satelitales	1
2	Informe de seguimiento de todos los procesos del servicio de imágenes satelitales.	Lista de verificación

Basado en la Norma ISO 21500:2012[1]

controles que se ejecutan durante el proceso de aseguramiento de la calidad, razón por la cual se constituye un indicador de distinguida importancia. En la tabla V semuestran los factores a considerar para el establecimiento de indicadores en este proceso.

Los indicadores propuestos son la eficiencia en el aseguramiento de la calidad, basada en los requisitos que indica la Norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos"[1] y el resultado de la auditoría del proceso, mostrados en las ecuaciones (2) y (3).

La eficiencia en el aseguramiento de la calidad está relacionado con el seguimiento y control de cada uno de los procesos, la aplicación de estándares y las solicitudes de cambio documentadas en los procesos que conforman el servicio de imágenes satelitales de la ABAE, y su expresión matemática se muestra en la ecuación (2).

$$EAC(SIS) = \frac{\#FC(AC) \times 100\%}{2} \quad (2)$$

Donde:

- EAC(SIS): Eficiencia en el aseguramiento de la calidad para el servicio de imágenes satelitales.
- FC(AC): Factores considerados para el aseguramiento de la calidad del servicio de imágenes satelitales.

La auditoría de la calidad del Servicio de Imágenes Satelitales, se debe realizar con el objeto de evaluar su conformidad usando como criterio la Norma ISO 9001:2015 "Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos". Esta auditoría permite evaluar:

- Objeto y campo de aplicación (ISO 9001:2015,1): muestra el objetivo de la implantación de la norma en la institución, así como su campo de aplicación.
- Contexto de la organización (ISO 9001:2015,4): involucra la comprensión del contexto interno/externo, comprensión de necesidades y expectativas, determinación del alcance de la gestión de la calidad, establecimiento de procesos y documentación.
- Liderazgo (ISO 9001:2015,5): acciones de la alta dirección para el logro de objetivos de la gestión de la calidad como parte de la planificación estratégica de la institución, con un enfoque al cliente.
- Planificación (ISO 9001:2015,6): Planteamiento de objetivos de la calidad y plan de acción para alcanzarlos y manejar cambios.
- Apoyo (ISO 9001:2015,7): requisitos para los recursos, competencia, comunicación e información documentada de los procesos del servicio.
- Operación (ISO 9001:2015,8): requisitos de planificación y control del servicio.
- Evaluación de desempeño (ISO 9001:2015,9): requisitos para el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación de los procesos que involucra el servicio.
- Mejora (ISO 9001:2015,10): requisitos para que se produzca la mejora.

El siguiente indicador es auditoría del servicio de imágenes satelitales resultante del proceso de auditoría durante el aseguramiento de la calidad del servicio:

$$AUDC(SIS) = RES_AUD(AC) \quad (3)$$

Donde:

- AUDC (SIS): Auditoría del proceso para el aseguramiento de la calidad para el servicio de imágenes satelitales.
- RES_AUD (AC)= Resultado de la Auditoría para el Aseguramiento de la Calidad del servicio Posibles resultados: Conforme o no conforme.

En las auditorías del proceso de aseguramiento de la calidad, se verifican si las especificaciones técnicas de las imágenes satelitales, productos resultantes del proceso de generación, procesamiento y distribución de los datos espaciales (GPDE), cumplen con los requerimientos técnicos del cliente, aspecto indispensable para la calidad del producto y del servicio. Además, se deben realizar una evaluación considerando la entrega al cliente del producto con la calidad esperada, en la cantidad y tiempo esperado, reduciendo el desperdicio y los retrabajos, así como los servicios post-venta, de ser el caso.

3) *Indicadores de la calidad del proceso: "Control de la Calidad del Servicio de Imágenes Satelitales (CC (SIS))"*.

Durante el proceso de Control de la Calidad se debe revisar los informes, documentos e imágenes satelitales debidamente verificados durante el proceso anterior, así como todas las solicitudes de cambio y acciones correctivas que faciliten la mejora continua del servicio. Toda esta información permitirá construir indicadores de la calidad generales y específicos que demuestran tanto el nivel de cumplimiento del servicio que presta la ABAE con relación

TABLA VI
FACTORES NECESARIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD PARA EL
SERVICIO DE IMÁGENES SATELITALES

Nº	Factores necesarios para el Control de la Calidad (FC(CC))	Instrumento de recolección de datos
1	Entregables verificados (informes e imágenes satelitales)	
2	Informes de inspección del servicio de imágenes satelitales	
3	Solicitudes de cambio para el servicio de imágenes satelitales	Lista de verificación
4	Acciones correctivas orientadas a la mejora del servicio de imágenes satelitales	

Basado en la Norma ISO 21500:2012[1]

a los requerimientos del cliente así como la ejecución de las acciones correctivas relativas al servicio, para impulsar la mejora continua. En la tabla VI se presentan ciertos factores que se consideran para la construcción de indicadores para el proceso de control de la calidad del servicio de imágenes satelitales que presta la ABAE.

Para el proceso de control de la calidad, se pueden diseñar varios indicadores, sin embargo, lo importante no es la cantidad de indicadores sino la utilidad de los mismos

en la evaluación del resultado del proceso. Por ello, se proponen tres indicadores en este trabajo, como son: La eficiencia en el control de la calidad del servicio, índice de entregables verificados del servicio de imágenes satelitales e índice de acciones correctivas del mencionado servicio.

La eficiencia en el control de la calidad para el servicio de imágenes satelitales en general, considera la elaboración, revisión y evaluación de, al menos, cuatro (4) aspectos como son: entregables verificados, informes de inspección, solicitudes de cambio y acciones correctivas para la mejora.

La expresión matemática de la eficiencia en el control de la calidad para el servicio de imágenes satelitales en general se muestra en la ecuación (4).

$$ECC(SIS) = \frac{\#FC(CC) \times 100\%}{4} \quad (4)$$

Donde:

- ECC (SIS): Eficiencia en el control de la calidad para el servicio de imágenes satelitales en general.
- FC (CC): Factores considerados para el control de la calidad del servicio de imágenes satelitales.

El índice de entregables verificados del servicio de imágenes satelitales (IENT_VERIF (SIS)) es un valor que va de cero (0) a uno (1), donde 0 es el mínimo y el 1 es el máximo valor; muestra en qué medida se revisan los entregables del servicio antes de llegar a la mano de los clientes finales, a fin de evaluar si cumplen con los requisitos especificados en la solicitud inicial a fin de lograr la satisfacción del cliente. Este índice expresa la relación de los entregables verificados con respecto a los entregables generados en total. La evaluación de este índice permitirá detectar las oportunidades de mejora en las fases de la realización del producto final y de la prestación del servicio. De este análisis, se podrían generar acciones correctivas como el diseño y la implementación de procedimientos para apoyar tanto el aseguramiento como el control de la calidad. En la ecuación (5) se muestra la expresión del índice de entregables verificados del servicio de imágenes satelitales.

$$IENTRG(SIS) = \frac{\#ENTRG(SIS)_VERIF}{\#ENTRG(SIS)_TOTAL} \quad (5)$$

Donde:

- IENT_VERIF (SIS): Índice de entregables verificados del servicio de imágenes satelitales.
- ENT (SIS) _VERIF: Entregables verificados en el servicio de imágenes satelitales.
- ENT (SIS) _TOTAL: Entregables del servicio de imágenes satelitales en total.

El índice de acciones correctivas del servicio de imágenes satelitales (ICORR (SIS)), es un valor que va de cero (0) a uno (1), donde 0 es el mínimo y el 1 es el máximo valor; este valor indica en qué medida se está ejecutando las acciones correctivas establecidas, una vez detectadas las no conformidades u observaciones de los

procesos de generación, procesamiento y distribución del servicio de imágenes satelitales. La evaluación de este indicador es determinante en los procesos de auditoría de la calidad, e interviene directamente en el ciclo de Deming (PHVA): Planificar, hacer, verificar y actuar, específicamente en la etapa de “actuar” donde se ejecutan los procedimientos para corregir las fallas y eliminar las no conformidades encontradas, que serían revisadas en la próxima auditoría de seguimiento. Para calcular este índice se usa la expresión (6) que se presenta a continuación:

$$ICORR(SIS) = \frac{\#CORR(SIS)_EJEC}{CORR(SIS)_REQ} \quad (6)$$

Donde:

- ICORR (SIS): Índice de acciones correctivas del servicio de imágenes satelitales.
- CORR (SIS) _EJEC: Acciones correctivas ejecutadas.
- CORR (SIS) _REQ: Acciones correctivas requeridas.

Una vez revisados y evaluados todos los procesos de la Gestión de la Calidad como son planificación, aseguramiento y control de la calidad del servicio y sobre la base que el proceso principal Servicio de Imágenes Satelitales que presta la ABAE requiere de la ejecución de tres (3) procesos operativos de segundo nivel tales como: generación de datos espaciales, procesamiento de datos espaciales y distribución de datos espaciales, tal como lo establece el Plan para la Implementación de un sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para el Servicio de Imágenes Satelitales [8]. En la Fig. 4 se presenta el Mapa de Procesos correspondiente, donde se pueden observar los procesos estratégicos, operacionales y de apoyo de la gestión de la calidad para el servicio de imágenes satelitales.

Los procesos estratégicos ayudan a gestionar la relación de la ABAE como organización con el entorno, la planificación del servicio de imágenes satelitales y las oportunidades de mejora que sean detectadas para la prestación de dicho servicio. Por su parte, los procesos operativos contemplan las actividades medulares de la agencia para la generación, procesamiento y distribución de los datos espaciales y los aspectos asociados a la prestación del servicio, ligados a la satisfacción del cliente (públicos y/o privados) y alineados con la misión de la ABAE. Finalmente, los procesos de apoyo están relacionados con procesos internos por lo general, que proporcionan los recursos necesarios para que los procesos operativos se ejecuten adecuadamente y brindar un servicio de calidad. Observe la Fig. 4.

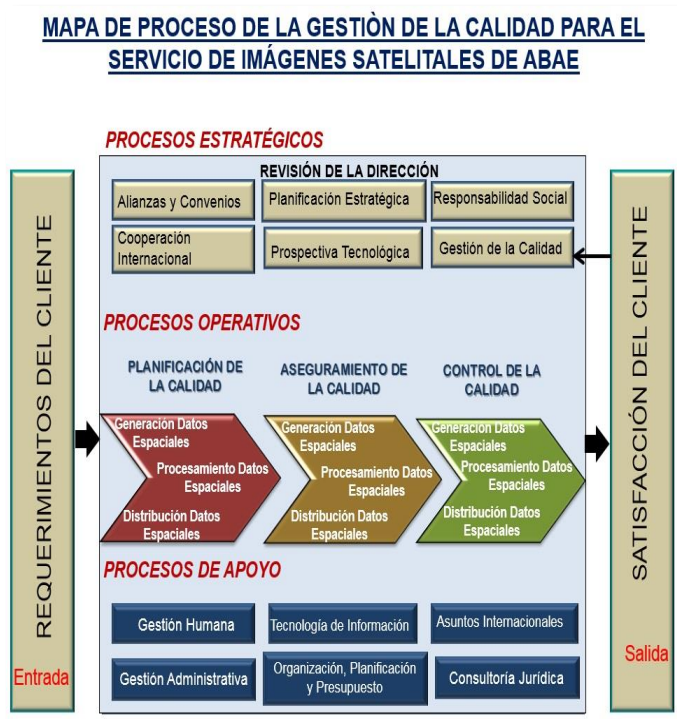


Fig. 4. Mapa de Procesos de la Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales.

La gestión de la calidad es un proceso totalmente transversal a todos los procesos de segundo nivel mencionados, por lo que, tanto la generación y el procesamiento de datos espaciales como su distribución, deben tener, cada uno de ellos, una fase de planificación, aseguramiento y control de la calidad, tal como se muestra en la Fig.5, donde cada uno de sus indicadores determinará la efectividad, el rendimiento y la productividad del servicio de imágenes satelitales.

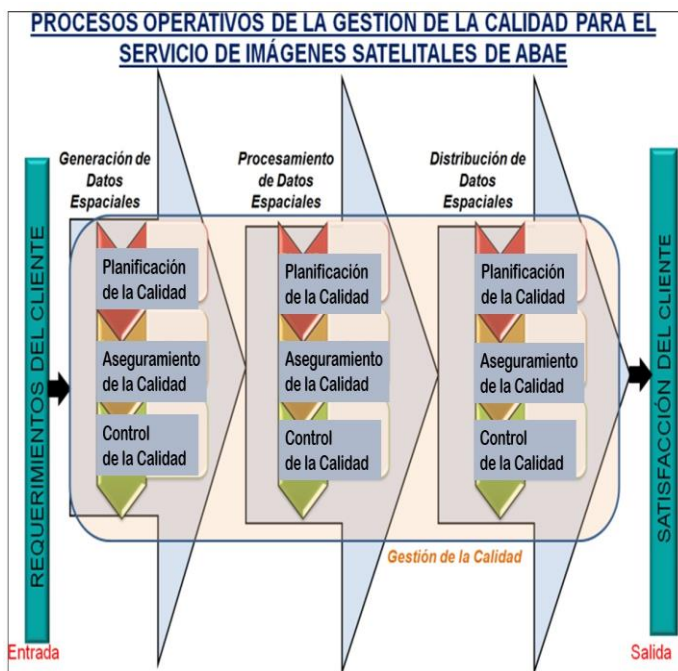


Fig. 5. Procesos operativos de la Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales.

III.CONCLUSIONES

Los objetivos estratégicos, tácticos y operacionales de toda institución deben ser medibles, a fin de evaluar su cumplimiento y determinar las acciones correctivas y de mejora, a fin de alcanzarlos. Para ello, se hace uso de indicadores de la calidad.

El servicio de imágenes satelitales es un proceso inscrito dentro de los objetivos estratégicos de la institución, que requiere de una Gestión de la Calidad, que garantice el cumplimiento de los requerimientos del cliente y supere incluso sus expectativas. La Gestión de la Calidad considera tres (3) aspectos importantes:

- Planificación de la Calidad: proceso más elaborado que identifica requisitos y estándares de calidad, relacionado con la realización y manipulación del producto y la prestación del servicio, la dirección, equipo de trabajo y el cliente, y los métodos de evaluación del proceso.
- Aseguramiento de la Calidad: audita los requisitos, la solicitud y documentación de los cambios solicitados, monitorea y evalúa los entregables, y verifica el cumplimiento de la planificación del servicio de imágenes satelitales.
- Control de la Calidad: Monitorea y registra resultados, evalúa el desempeño y las acciones correctivas y recomienda cambios.

Se proponen los siguientes indicadores de la calidad para el servicio de imágenes satelitales:

- Eficiencia en la planificación de la calidad, expresada en porcentaje, basada en la Norma ISO 10005:2005 "Sistemas de gestión de la calidad — Directrices para los planes de la calidad".
- Eficiencia en la aseguramiento de la calidad, expresada en porcentaje, basado en la Norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos" y en el PMBOK.
- Auditoría del proceso de aseguramiento de la calidad para el servicio de imágenes satelitales.
- Eficiencia en el control de la calidad general para el servicio de imágenes satelitales, expresada en porcentaje, basado en los factores indicados en la Norma ISO 21500:2012 "Dirección y Gestión de Proyectos" y en el PMBOK.
- Índice de entregables verificados del servicio de imágenes satelitales, expresado con un valor que va de cero a uno, imprescindible para verificar el cumplimiento de requisitos que permiten la satisfacción del cliente.
- Índice de acciones correctivas para el servicio de imágenes satelitales, expresado con un valor que va de cero a uno, necesaria para cumplir con el ciclo PHVA, a fin de lograr la mejora de los procesos.

REFERENCIAS

[1] INTE/ISO 21500:2013 Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos. Primera edición. Costa Rica (equivalente con la norma internacional ISO 21500:2012)

- “Guidance on project management - Lignes directrices sur le management de projet”). Ediciones INTECO. Costa Rica. 2013
- [2] PMI. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. 2013
 - [3] J. Fernández, "Proyecto Final de Carrera ISO 21500". Tesis Ing. Electrónica, Dept. Electrónica, Univ. Politécnica de Catalunya. Barcelona, España, Sept. 2014
 - [4] M. García, L. Ráez, M. Castro, L. Vivar, L. Oyola, "Sistema de Indicadores de Calidad I". Industrial Data. Vol. (6) 2: pp. 66-73. Dic. 2003.
 - [5] UNIT-ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos. Edición 2015-09-30. Uruguay. 2015.
 - [6] ISO 10005:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad- Directrices para los planes de calidad. Segunda edición. Suiza. 2005.
 - [7] ISOtools. ¿Que son los indicadores de calidad? Consultado el 8 de Mayo de 2017 [Online]. Disponible: <https://www.isotools.org/2015/03/30/que-son-los-indicadores-de-calidad/>
 - [8] DCNR "Plan para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad para el Servicio de Imágenes Satelitales de la ABAE. Caracas". 2017.

del artículo de divulgación científica: Impulsando la Gestión de la Calidad en los Proyectos Espaciales de la ABAE, Mayo, 2017.



Roselyne Bustamante. Nació en Caracas, Venezuela. Ingeniero Electrónico de la Universidad Simón Bolívar (USB). Diplomado en Gerencia de Proyectos en la Universidad Alejandro de Humboldt (UAH); Diplomado en Sistemas de la Calidad en la Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo

Tecnológico; Especialista en Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos de la Universidad Monte Ávila (UMA) y actualmente finalizando estudios de Maestría en Sistemas de la Calidad en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Formación en Gerencia de Riesgos y Auditoría de la Calidad en FONDONORMA. 18 años de experiencia en soluciones de Seguridad Electrónica. Trabaja en la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales desde el año 2008, inicialmente como Ingeniero de Proyectos en la especialidad de Edificios Inteligentes (soluciones en seguridad electrónica (CCTV, control de acceso, intrusión, incendio), redes de computadoras y telefónicas IP, control de aire acondicionado, control de concentración de gases (nitrógeno y oxígeno), monitoreo de procesos) para el Centro de Investigación y Desarrollo Espacial de la ABAE en Borburata (Fábrica de pequeños satélites) y para las estaciones terrenas BAEMARI y LUEPA en el marco del Programa VENESAT-1 (Satélite Simón Bolívar). Evaluación técnica y económica, revisión, planificación y organización de Proyectos en el área Edificios Inteligentes. Participación en Procesos de Contrataciones Públicas. Seguimiento de ejecución de proyectos. Actualmente tengo la clasificación de Personal de Investigación V laborando en la Dirección de Calidad, Normalización y Regulación, específicamente en la unidad de Calidad de Bienes y Servicios Espaciales con participación en el Comité Técnico de Normalización para las Telecomunicaciones y del Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología. Diseño de planes de calidad e indicadores de gestión. Participación en planes para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad y en procesos de normalización para la documentación de manuales organizacionales y de procedimiento. Coautora