

INFORME FINAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto	FORTALECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA PROCESOS DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
Contrato y/o convenio N°	CONV-000107-2014-FONDECYT
Período del Hito	Del 17/02/2015 al 20/03/2015
Entidad Ejecutora:	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
Coordinador	OCAMPO YAHUARCANI, ISAAC
Fecha del informe	31/07/2017

1. Resumen Ejecutivo

Este documento describe los alcances logrados durante la vida útil del proyecto "Fortalecimiento de Capacidades de Infraestructura para los procesos de investigación del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP" así también resultados o impactos esperados durante el pos proyecto, fue ejecutado por IIAP en asociación con el INICTEL UNI. La ejecución del proyecto empezó a inicios del 2015 y concluyó a finales de julio de 2017 teniendo como vida útil 2 años divididos en 4 hitos o entregables (entre los hitos existieron ampliaron por diversos motivos), se logró la culminación de efectiva del 100% de objetivos y productos definidos en el proyecto. Asimismo, la ejecución presupuestaria hasta el cuarto Hito alcanza S/ 1,975,440.20, más del 98.77% del costo total del proyecto.

Se ha instalado 03 redes de sensores en Loreto, Ucayali y Madre de Dios, de los cuales Loreto cuenta con 03 nodos sensores, Ucayali con 02 nodos sensores y Madre de Dios con 03 nodos sensores cada una compuesta de 03 sensores (de los 8 nodos sensores instalados 03 utilizan como sistema de comunicación XBEE WIFI y los restantes utilizan la red telefónica (GPRS-GSM), 04 de ellos movistar y 01 Claro, se selecciono el operador de acuerdo a la cobertura de la señal en el punto de monitoreo). Se tiene funcionando el sistema de monitoreo de nodos sensores que captura, almacena y permite visualizar los datos en tiempo real. Este sistema ha permitido realizar la integración de los 08 nodos sensores.

Se ha adquirido equipamiento de alto rendimiento computacional, para potenciar investigaciones que requieran procesamiento de grandes volúmenes de datos sobre temáticas de clima, deforestación, estudio de la biodiversidad, estudios del territorio, recursos hídricos.

Por otro lado como parte de la estrategia de sostenibilidad se ha implementado la estrategia de desarrollo de capacidades que contó con el Curso: Bioinformática usando HPC y elaboración de proyectos para la sostenibilidad del Centro de Alto Rendimiento Computacional y el Curso: Bioinformática usando HPC y elaboración de proyectos para la sostenibilidad del Centro de Alto Rendimiento Computacional. Se ha publicado un documento técnico denominado: Introducción a la Supercomputación en el Perú y otro con el nombre de Internet de las Cosas en el Monitoreo de la Calidad del Agua para Acuicultura en la Amazonía.

2. Avances Logrados (Cuadro/Acumulativo)

Nivel	Código	Indicadores	Meta Programada	Nivel de Avance		Medios de verificación
				Cant	%	
Objetivo General	Indicadores de Resultado					
FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DE INFRAESTRUCTURA PARA PROCESAMIENTO DE INFORMACION SOBRE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE AMAZONICO	20	Nro. de tecnologías generadas o derivadas del proyecto o introducida	1	1.00	100.00	Si
	21	Nro. de nuevos productos o servicios con valor agregado y validado para el mercado	1	1.00	100.00	Si
Componente / Objetivo Específico	Indicadores de Producto					
1: Implementar una red de sensores que permita la captura de datos y monitoreo en tiempo real	1	Redes de sensores en funcionamiento de captura de datos y monitoreo en tiempo real, en la ciudad de Iquitos, Pucallpa y Puerto Maldonado, al mes 20 de ejecución del proyecto.	3	2.25	75.00	Si
2: Implementar el Supercomputador Amazonico denominado "MANATI"	1	Cluster de supercomputadora implementada y en funcionamiento, al mes 17 de ejecución del proyecto.	1	1.00	100.00	Si
3: Desarrollar las capacidades de investigadores amazonicos	1	Profesionales Amazónicos capacitados en temas de modelamiento, simulación, redes de sensores y supercomputadora, al mes 15 de ejecución del proyecto.	8	8.00	100.00	Si
	2	Eventos de socialización y difusión de los alcances y resultados del proyecto al mes 24 de ejecución del proyecto.	4	4.00	100.00	Si
	3	Publicaciones de documentos técnicos en forma impresa, al finalizar el proyecto	2	2.00	100.00	Si

3. Análisis del Propósito (Indicadores de Resultado) y de los componentes (Indicadores de Productos).

3.1 Análisis del cumplimiento del Propósito.

El principal logro de este proyecto fue el equipamiento o instrumentación del IIAP para potenciar investigaciones que requieran procesamiento de grandes volúmenes de datos sobre temáticas de clima, deforestación, estudio de la biodiversidad, estudios del territorio, recursos hídricos.

En la actualidad el IIAP viene impulsando proyectos relacionados a procesamiento de imágenes para reconocimiento de árboles, estimación de deforestación, inundaciones a la vez pronósticos climáticos, estudios de calidad de agua. Creemos que el principal aporte del proyecto es que el IIAP ha fortalecido e incrementado su capacidad de desarrollar proyectos de dimensiones tan grandes como el territorio y complejidad de la Amazonía peruana. Para lograr todo ello, a la vez el IIAP, aparte de INICTEL UNI, ha formalizado colaboración interinstitucional con instituciones como la Universidad San Agustín de Arequipa, Universidad Católica San Pablo, Universidad de Campinas, CONIDA, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana- UNAP, entre otras.

Finalmente es válido indicar que este equipamiento es abierto al público, pues viene permitiendo al IIAP ofrecer como servicio público infraestructura para procesamiento (considerando que en el Perú son muy escasos este tipo de servicios).

3.2 Análisis del cumplimiento de los componentes o indicadores de Producto.

• Equipamiento de alto rendimiento computacional. En noviembre del 2016 e logró la instalación del clúster MANATI, entre las diversas lecciones aprendidas podemos indicar la importancia del diseño integral del sistema. Que debe ser concebido como un todo (sistema computacional, sistema eléctrico, sistema de refrigeración, etc.). El no concebir la solución de esta forma es altamente riesgoso (se han reportado incluso una serie de problemas en otras experiencias relacionadas a Supercomputación).

• Expansión de redes de sensores calidad de agua y ambiente. A mediados de junio del 2017 se logró la instalación y funcionamiento final de 3 redes de sensores (uno en Iquitos, y las otras 2 en Pucallpa y Puerto Maldonado). Se priorizaron los parámetros de Oxígeno Disuelto, PH, Conductividad, las mismas que son parámetros importantes para la piscicultura. La idea central del uso de los nodos sensores es monitorear que el agua de los estanques de piscicultura siempre dispongan de condiciones apropiadas para la reproducción de peces, o que los biólogos o encargados de los estanques puedan corregir las condiciones no apropiadas para las actividades reproductivas.

Los nodos son equipos de bajo costos, adaptados a condiciones de telecomunicaciones (telefonía celular o WIFI), conectados a un propio sistema de almacenamiento. Son un buen inicio para la informatización de estanques y escalables para el estudio y conectividad de los cuerpos de agua (ríos, lagunas, etc.).

• Desarrollo y fortalecimiento de recursos humanos amazónicos. Otro de los grandes aportes del proyecto es el relacionado al desarrollo de capacidades de recursos humanos expresado a través de pasantías, cursos, participación en seminarios, etc. Se ha logrado beneficiar directamente a más de 100 estudiantes y profesionales de instituciones amazónicas. En temáticas que van desde a gestión del supercomputador, pasando por procesamiento de imágenes, bioinformática, big data, hasta construcción de redes de incluso el proyecto generó como material de difusión 2 libros ("Introducción a la Supercomputación en el Perú" e Internet de las cosas para la acuicultura en la Amazonía), que han sido producidos con el objetivo de ser material de consulta para entender la Supercomputación y las redes de sensores. Finalmente es importante resaltar la importancia del desarrollo de capacidades en este tipo de proyectos que involucran alta

3.3 En caso de investigaciones incluir demostración de hipótesis, metodología, conclusiones, recomendaciones (si corresponde).

4. Valores iniciales y finales de los indicadores del proyecto.

• Equipamiento de alto rendimiento
Valor Inicial: Al inicio el IIAP no contaba con equipamiento de alto rendimiento
Valor Final: Al final de proyecto el IIAP cuenta con equipamiento de alto rendimiento funcionando y facilitando

• Expansión de redes de sensores calidad de agua y ambiente
Valor Inicial: Prototipo de nodo sensor con un parámetro y conectado por red telefónica y WIFI.
Valor Final: 8 Nodos sensores funcionando con parámetros (Oxígeno Disuelto, PH, Conductividad, etc.), conectado vía red telefónica y WIFI. Cuyos datos son accesibles desde la web desde un sistema informático.

• Desarrollo y fortalecimiento de recursos humanos amazónicos.
Valor Inicial: 2 profesionales con conocimiento de Supercomputación.
Valor Final: 120 profesionales capacitados en diversas temáticas (gestión del supercomputador, pasando por procesamiento de imágenes, bioinformática, Bigdata, hasta construcción de redes de sensores)

5. Resultados no previstos.

• Se preveía un Supercomputador de 4 TERAFLIPS de capacidad de procesamiento. Es importante comentar que el equipamiento adquirido por el IIAP supera los 30 TERAFLIPS.
• Al inicio del proyecto se preveía que los procesos a ejecutarse en el Supercomputador estaban básicamente ligados a procesamiento con procesadores CPU, sin embargo la recopilación de información permitió conocer las ventajas de las tecnologías GPU. La plataforma actual combina ambas tecnologías, pues tiene considerables capacidades numéricas y gráficas.
• Convenios y asociaciones del IIAP con instituciones como Universidad San Agustín de Arequipa, Universidad Católica San Pablo, Universidad de Cuzco, CONIDA, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana- UNAP, SENAMHI, Universidad Nacional de San Martín, entre otras.
• Participación del IIAP en proyectos como el Circulo de Investigación en Cambio Climático liderado por la UNSA, a la vez el IIAP en noviembre del 2017 será sede del Simposio Regional de Computación de Alto Desempeño (financiamiento de CIENCIACTIVA-CONCYTEC)

6. Limitaciones.

Podemos resumir las limitaciones del proyecto de la siguiente manera:

• El sistema de adquisiciones con fondos públicos ha sido un factor limitante, considerando la cantidad de trámites, el tiempo de cada proceso, tiempos de importación, las condiciones y los requisitos que deben cumplir las empresas proveedoras. Ello encarece los costos y desanima o limita a las empresas interesadas.
• Escasa presencia de empresas especializadas en comercialización, adaptación y soporte de equipamiento para computación de alto desempeño. Este factor genera incluso incertidumbre a la hora de elaborar proyectos de adquisición de este tipo de equipamiento. Ello está articulado con la nula presencia en Perú de marcas especializadas en este tipo de computadoras (como Cray, Fujitsu, IBM, etc.).
• Mínima inversión del sector estatal en proyectos de infraestructura computacional de alto desempeño (incluye capacitación, uso del software, redes de alta velocidad). En este punto podemos destacar la inversión promovida por CONCYTEC a través de Ciencia Activa y el mismo INNOVATE. Aunque por la problemática climática del Perú aún es necesario reforzar o escalar las capacidades computacional y de redes de sensores del IGP, IIAP, SENAMHI, UNSA. .
• Reducido número de laboratorios o centros de alto rendimiento computacional en el Perú. Esto coincide con la escasa inversión económica, escasos proyectos con necesidades de procesamiento e incluso por las equivocadas prioridades de las instituciones peruanas. Algo parecido pasa en la mayoría de países sudamericanos.
• Ausencia de proyectos de investigación y servicios de información de cobertura nacional que respondan a diversas problemáticas del país. En el Perú aún no se han priorizado la construcción de servicios de información que integren el territorio y que den respuestas a diversos problemas ambientales, riesgos de desastres, deforestación de bosques, recursos hídricos, problemas sociales, etc. Si bien es cierto ello demandara el uso de redes de mecanismos de captura de datos (sensores y otros), sin embargo cada vez surgen mayores necesidades. Por ejemplo para el caso del niño costero es urgente la expansión y apropiada cobertura de redes de estaciones meteorológicas y de sensores (imágenes satelitales, radares y de drones) que produzcan los datos suficientes para prevención de fenómenos climáticos extremos.
• Reducido número de profesionales de informática capacitados en computación de alto desempeño. Ello a pesar que a nivel de Perú existe un centenar de universidades con escuelas de informática, sistemas o computación y más de 500 centros de educación técnica. Los pocos profesionales residentes en Perú y que manejen correctamente el tema, mayormente recibieron formación posgrado en el extranjero. Así mismo muy pocas universidades enseñan procesamiento paralelo, uso de supercomputadores, computación científica, diseño y gestión de centros de informática avanzada,

7. Factores de entorno que facilitaron o dificultaron el proyecto o la investigación.

<p>Factores de facilidad</p> <ul style="list-style-type: none">• Apoyo en la Alta dirección del• Asesoría técnica de profesionales peruanos de INICTEL UNI, UNSA y de UNICAMP Campinas.• Apoyo de instituciones como la IGP, UNAP, UNSA, y Universidad Católica San Pablo.• Acompañamiento y orientaciones de CONCYTEC.
<p>Factores de dificultad</p> <ul style="list-style-type: none">• Procesos burocráticos propios del sistema de adquisición estatal (licitaciones y compras en general).• Débil ecosistema empresarial peruano para brindar soluciones de alto rendimiento computacional.• Factores climáticos relacionados a la ciudad de Iquitos.• Desconocimiento de la temática de áreas soporte del IIAP.• Tiempos prolongados asociados a importación de insumos, piezas y equipos.• Cambio asociados manejo de los fondos

8. Propiedad y uso de los resultados.

<p>Los resultados del proyecto son propiedad de las instituciones ejecutoras que en este caso son: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y el INICTEL UNI.</p>

9. Lecciones aprendidas.

<ul style="list-style-type: none">• En el Perú el ecosistema para desarrollar supercomputación es incipiente y bastante limitado. Ello expresado en el escaso número de empresas proveedoras especializadas, escaso número de profesionales y usuarios y sobre todo por la ausencia de proyectos cuyas soluciones estrictamente requieren de• Es importante y crítico que los proyectos relacionados a investigación científica posean tratamiento particular respecto los fondos del estado (pues al no controlarse todas las variables existen altas probabilidades de fracaso).• Los procesos burocráticos del sector estatal limitan y afectan el desarrollo de este tipo de proyectos (los procesos no está adecuados).• La universidades en general no capacitan a sus recursos humanos en temáticas relacionadas a supercomputación.• La escasa masa crítica existente en el Perú sobre Supercomputación afecta considerablemente proyectos de este

10. Perspectivas de sostenibilidad.

<p>La sostenibilidad del proyecto fue abordada de la siguiente</p> <p>Sostenibilidad técnica: A la fecha se han definido diversas líneas de investigación que se espera logren herramientas que se conviertan en servicios públicos de fácil consulta y acceso. De esta forma se espera brindar servicios de procesamiento a proyectos de investigación que requieran procesamiento numérico y gráfico (de usuarios del IIAP y de otras entidades), a la vez se busca generar aplicaciones online que permita brindar consultas gráficas sobre reconocimiento de árboles, plantas, peces, territorios, etc. Y mayormente investigaciones que requieran procesamiento de grandes volúmenes de datos sobre temáticas de clima, deforestación, estudio de la biodiversidad, estudios del territorio, recursos hídricos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Sostenibilidad financiera: El IIAP destina los fondos para el funcionamiento y personal encargado de la gestión. Además viene promoviendo que las propuestas de nuevos proyectos incluyan fondos para la promoción, mantenimiento y uso del Supercomputador, en este contexto es importante mencionar que el IIAP ha logrado fondos para la realización de un simposio sobre Supercomputación.• Sostenibilidad de la gestión: El primer paso dado por la institución fue la asignación y contratación de personal exclusivo para trabajar en aspectos de uso, gestión, mantenimiento y soporte. Además se ha solicitado como instrumentos complementarios la instalación de sistemas de cámaras para el monitoreo de la integridad del sistema. Ello además se complementa con los 3 años de soporte y acompañamiento al uso que proporciona la empresa proveedora del equipamiento.• Apoyo inter-institucional: A la fecha el IIAP ha firmado convenios de colaboración para proyectos relacionados a Supercomputación:<ul style="list-style-type: none">o INICTEL UNI, para continuar trabajando en redes de sensores, que involucren más variables relacionadas a ambiente, agua e incluso sereso UNSA, para trabajar en Deep Learning para prediccióno Universidad Católica San Pablo, para trabajar en aplicaciones para estimación de la deforestación del bosque amazónico.o SENAMHI, para trabajar en ejecución de modeloso CONIDA, para procesamiento de imágenes satelitales del Perúo UNICAMP Campinas, para capacitación en gestión de supercomputadoras y uso de software especializado en procesamiento paralelo.o Universidad Nacional de la Amazonía Peruana UNAP, para capacitar a docentes y realizar prácticas y pasantías sobre computación en altoo Universidad Nacional de San Martín, para capacitar a docentes y realizar prácticas y pasantías sobre computación en alto desempeño

11. Conclusiones.

<ul style="list-style-type: none">• Se ha instalado el sistema de alto rendimiento computacional del IIAP en la sede central de Iquitos. Este sistema comprende dos subsistemas principales, el primero un clúster de alto rendimiento computacional ajustado a los requerimientos del IIAP y el segundo el sistema eléctrico capaz de soportar los requerimientos energéticos de la clúster.• Las mayores dificultades encontradas por el equipo de trabajo para la ejecución de las actividades del proyecto han sido logísticas (importación de insumos y piezas, entrega en Iquitos) y administrativas (sistema nacional de adquisiciones, etc.).• Las necesidades de alto procesamiento de las instituciones amazónicas se centran en necesidades de trabajos de investigación relacionada al clima, ambiente y biodiversidad.• A la fecha escaso número de investigadores peruanos conoce, utiliza y requiere equipamiento del alto rendimiento computacional, sin embargo es cada vez más creciente el interés a nivel nacional (por ejemplo en las convocatorias de fondos de CIENCIAACTIVA, cada vez es mayor el número de proyecto que involucra HPC).• Respecto a los métodos de conexión de los nodos sensores (red celular y XBEE WIFI) e independientemente de que cada uno tenga sus ventajas. La capacidad de mayor ubicuidad de los nodos que usan red celular es un valor agregado importante (con las limitaciones del caso), el equipo prácticamente se vuelve un aparato portátil.• Respecto al uso de la red celular para transmitir los datos de las redes de sensores, las 4 empresas (Movistar, Entel, Claro y Bitel) tienen sus propias particularidades, fortalezas y debilidades respecto al servicio y la cobertura para la transmisión de datos por GPRS.• Un factor determinante a la hora de adquirir equipamiento de alto rendimiento lo constituyen la oferta nacional orientada a solicitar altos costos económicos a cambio de débiles capacidades computacionales.• La principal limitante para la adquisición, gestión y uso de Supercomputadoras y redes de sensores lo constituyen las débiles capacidades de los recursos humanos, considerando que en el Perú existen pocos centros de estudio y carreras que ofertan el desarrollo de tales capacidades, vale resaltar que a nivel de la Amazonía estas son prácticamente nulas o

12. Anexos (fotos, tablas comparativas de datos, resultados de pruebas y ensayos, analíticas, separatas explicativas, resultados de las actividades realizadas por otros colaboradores, etc.)

N°	Archivos Adjuntos	Fecha
1	Producto 1 - Anexo 1 - Manual de Sistema de Monitoreo v2.pdf	16/08/2017
2	Producto 1 - Anexo 2 - Manual de mantenimiento preventivo v2.pdf	16/08/2017
3	Informe 01 cluster de supercomputadora implementada y en funcionamiento.pdf	16/08/2017
4	PRODUCTO 3 - Capacitación de Profesionales Hito 4.pdf	16/08/2017

OCAMPO YAHUARCANI, ISAAC

Coordinador General del Proyecto

Declaro bajo juramento que la información registrada es verídica y asumo la responsabilidad ante cualquier incumplimiento de los requisitos y condiciones señalados en las bases del concurso.

En caso de que la información que proporciono resulte ser falsa, declaro haber incurrido en los delitos de falsa declaración en proceso administrativo (Art. 411° del Código Penal), falsedad ideológica o falsedad genérica (Arts. 428° y 438° del Código Penal) en concordancia con el Art. IV, 1.7 del Título Preliminar de la Ley N° 27444 del Procedimiento Administrativo General (Principio de presunción de veracidad).