



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
2. Departamento de Geología

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. AGUAS SUBTERRÁNEAS
2. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS,
3. MODELACIÓN FÍSICA DE FENÓMENOS HIDRÁULICOS

1 Proyecto de Investigación

Título:

“ESTUDIO DEL SISTEMA ACUIFERO DE MULALÓ UTILIZANDO UN ENFOQUE HIDRODINÁMICO Y GEOQUÍMICO : PROCESOS DE RECARGA Y GESTIÓN SOSTENIBLE DEL RECURSO”

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

La principal actividad económica de la provincia de Cotopaxi constituye la agricultura, que cuenta como fuente para riego las aguas subterráneas del acuífero de Mulaló. El uso y aprovechamiento del acuífero ejerce influencia sobre la recarga y la calidad del agua, por lo que es importante caracterizarlo, teniendo en cuenta que los acuíferos volcano-sedimentarios pueden ser muy complejos tanto en su geología como en su dinámica debido a su anisotropía y heterogeneidad.

Durante 10 años, el acuífero de Mulaló ha sido monitoreado de manera aleatoria, tanto piezométrica como hidroquímicamente, enfatizándose en el análisis de calidad del agua. El objetivo de este estudio es caracterizar hidrodinámica e hidrogeoquímicamente al acuífero, así como evaluar las posibles interacciones entre el agua superficial y subterránea y las interacciones existentes con los volcanes próximos a la zona de estudio.

La integración de los datos dará como resultado: i) el modelo conceptual preliminar del acuífero, ii) definirá las zonas potenciales de contaminación frente al uso y ocupación del suelo, iii) establecerá un modelo de gestión efectiva del recurso hídrico, con lo que se establecerán criterios y recomendaciones que auxilien al poder público y a la comunidad en la política de protección y aprovechamiento del recurso hídrico.

Palabras clave (4-6):

Mulaló, modelo conceptual, gestión, hidrogeoquímica, isotopía



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Caracterizar hidrodinámica e hidrogeoquímicamente al acuífero, así como evaluar las posibles interacciones entre el agua superficial y subterránea y las interacciones existentes con los volcanes próximos a la zona de estudio. <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Levantar, procesar, y analizar la información cartográfica, meteorológica, hidrológica, geológica, piezométrica, de calidad del agua e isotópica.b. Caracterizar a la cuenca hidrogeológica y determinar las características geométricas y el comportamiento hidrodinámico del sistema acuífero.c. Determinar los procesos de adquisición química a partir de las interacciones con los minerales y lazos con los procesos geotermales de la parte profunda de la formación geológica cuaternaria.d. Evaluar los padrones de uso y ocupación del suelo y el potencial impacto de contaminación de las aguas subterráneas por nitrato, correlacionando los procesos agrícolas y de urbanización con la tendencia de distribución de este contaminante en áreas agrícolas y urbanas.e. Determinar el tiempo de residencia del agua.f. Proponer un modelo conceptual del acuífero. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>Las líneas de investigación del DICA y DGP, mencionadas previamente, plantean como una prioridad científica en los departamentos, el estudio de: los recursos hídricos. En este ámbito, en el país, ha sido poco desarrollado el estudio de las aguas subterráneas, que como parte del ciclo hidrológico es un elemento que se debe tomar en cuenta para mejorar nuestra apreciación de la disponibilidad de agua en las cuencas. Además las aguas subterráneas constituyen un recurso latente en todas las cuencas del que se tiene poco o nada de información sobre el comportamiento de los sistemas subterráneos en cuanto a sus variaciones estacionales de nivel, química del agua, adquisición química del agua, mineralogía e incluso sobre la geología del medio. En el caso específico del acuífero de Mualó sus aguas han sido utilizadas durante las últimas décadas para el riego en la zona que es fundamentalmente agrícola. El sistema acuífero se encuentra cerca del volcán Cotopaxi y de la laguna de Quilotoa que podrían dar una señal particular al agua debido a la influencia de sistemas geotermales que pueden estar en contacto. Este estudio nace de la necesidad de conocer la disponibilidad del recurso que este acuífero puede ofrecer a los 45000 habitantes que forman la población que lo utiliza para una explotación sostenible.</p> <p>5.3 Productos esperados</p> <ol style="list-style-type: none">a. Publicaciones científicas (obligatorio);b. Disertación a la Comunidad Politécnica;c. Proyecto de Titulación;d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);e. Aplicación tecnológica construida o implementada;f. Patente presentada;g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <p>5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ol style="list-style-type: none">a. Registro espacio temporal de datos meteorológicos, piezométricos, pruebas de bombeo, químicos del agua, e isotópicos de la cuenca del acuífero Mualó.
----------	---



- b. Inventario de puntos de agua superficiales y subterráneos, bases de datos de calidad de agua, mapas temáticos: hidrogeológicos, de uso y ocupación del suelo.
- c. Caracterización del comportamiento hidrodinámico del acuífero y de la adquisición mineralógica del agua subterránea.
- d. Caracterización del modelo conceptual y de gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, con el objetivo de prevención y aprovechamiento sustentable del recurso para comprender los procesos observados en el acuífero y los procesos de recarga difusa por la lluvia y local por los ríos que los rodean.
- e. Zonificación de las áreas potenciales de contaminación por nitrato.
- f. Orientaciones y medidas de protección, uso y aprovechamiento del recurso hídrico

6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

El agua es un recurso fundamental para ecosistemas naturales y la vida humana y su acceso es considerada un derecho humano universal [1]. El insuficiente conocimiento del suministro total que puede dotar el agua subterránea continuará limitando una administración efectiva de estos sistemas de agua hasta que un esfuerzo significativo sea hecho para mejorar la estimación de la capacidad de almacenaje de los sistemas de agua potable [2], es por esta razón que se debe aunar esfuerzos para completar la información existente a nivel mundial.

Los acuíferos volcano-sedimentarios de alta montaña son sistemas muy complejos en cuanto a su geología [3-5] porque los productos primarios o re trabajados de erupciones volcánicas no se distribuyen de una manera uniforme en la zona. La topografía, tectónica, tipo de erupción, distancia a la fuente, geometría del depósito, erosión y otros procesos de re trabajado post-depositación afectan a la geología local y por lo tanto también a la hidrogeología de estas áreas [6-8].

Los acuíferos volcano-sedimentario en áreas montañosas tienen un amplio rango de características hidrogeológicas, en grado de permeabilidad como también en patrones de circulación, desde medio principalmente porosos hasta medio esencialmente fracturados [5, 9]. Esta heterogeneidad puede ser simplificada cuando la escala de observación es grande en cientos de metros [5]. Así, es importante a escala de cuenca identificar unidades geológicas donde se pueda dar propiedades generales. En estas formaciones, la red de observación debe ser lo suficientemente densa para encontrar variables representativas del acuífero y parámetros tales como niveles piezométricos, gradientes hidráulicos, porosidad y permeabilidad.

Además el volcanismo activo puede influir en la hidrogeología, las zonas de recarga pueden ser cubiertas por nuevos productos de erupciones recientes. Estos procesos complican el entendimiento de estos sistemas acuíferos [10]. Estas áreas son frecuentemente tectónicamente activas, las fracturas y fallas van a determinar las zonas de recarga y descarga del agua subterránea, pero también pueden compartimentar el sistema como límites impermeables o funcionar como ejes de drenaje [11-13], es decir que pueden definir el patrón de circulación del agua. Adicionalmente, las fracturas y fallas pueden también permitir interconexiones hidráulicas de diferentes niveles de acuífero, lo que afecta en algunos casos las características físicas y químicas del agua [14] por llegadas de aguas termales, frecuentemente cargadas con gases volcánicos disueltos.

El proyecto está sustentado en la participación de tres profesores a tiempo completo de la EPN (dos del DICA y uno del DGP), además de la participación de entidades como el INAMHI con un investigador reconocido por la SENESCYT y un investigador francés del IRD, que apoyarán en las áreas críticas del proyecto que son:

1. Compresión del comportamiento hidrológico de la cuenca en superficie mediante el uso de datos hidrológicos de campo, y
2. Caracterización hidrogeológica del acuífero con información geológica, piezométrica, química en iones mayores y elementos trazas, gases nobles, isotópica con isótopos estables y radioactivos.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

A fin de dar continuidad al proyecto y para cumplir con los objetivos de investigación en la EPN, se ha considerado la inclusión de dos estudiantes de maestría en ciencias de ingeniería de los recursos hídricos, y dos estudiantes de pregrado en Ingeniería Civil e Ingeniería Geológica en dos periodos semestrales, y de esa forma garantizar la calidad científica e investigativa del estudio. El perfil de los maestrantes es de uno en el área de hidrología y modelación del proceso precipitación escorrentía, y otro en el área de hidrogeología.

- Metodología y diseño de la investigación (Máximo una carilla)

1. Para poder hacer un análisis hidrometeorológico se recopilará la información existente de datos proporcionados por el INAMHI de estaciones ya instaladas en la zona. Esta información será tratada con métodos estadísticos usando paquetes como StatGraphics, R, o Excel. Para poder tener información más precisa de lluvia especialmente y poder hacer los análisis de isótopos estables de este parámetro se instalarán nuevas estaciones pluviométricas.
2. Para la geología, en un principio se utilizará los mapas publicados por el INIGEMM y luego se hará un levantamiento más detallado en campo de las formaciones en la zona de estudio.
3. Se realizará campañas de medición de niveles piezométricos mensuales y se instalarán al menos 5 sondas de medición automática de niveles a un paso de tiempo más fino (1 hora) para observar la variación piezométrica del acuífero y determinar si existe alguna reacción del acuífero con la precipitación.
4. Se tomará muestras y se hará análisis de química del agua (iones mayores, elementos trazas) en todos los pozos a los que se tenga acceso y dispongan de un sistema de bombeo lo cual nos ayudará a discriminar diferentes acuíferos en la zona o regiones de influencia de elementos externos tales como otros acuíferos o influencia del volcanes cercanos (Cotopaxi, Quilotoa...). En caso de que en una primera campaña se encuentren elementos tales como plomo, arsénico, vanadio se procederá a incluir dentro de estos análisis la especiación de estos elementos que nos ayudará a prevenir posibles problemas de salud pública en caso.
5. Para determinar los tiempos de residencia del agua, se tomarán muestras para análisis de diferentes isótopos radioactivos: tritio, carbono 14 y radón. Para realizar una segunda campaña de estos análisis se tomará en cuenta los primeros resultados, para determinar cuál es el isótopo más adecuado de acuerdo al tipo de acuífero con el que nos encontremos.
6. Para determinar influencias externas de este acuífero, puesto que en algunas zonas, hasta el momento, se supone un acuífero libre, se hará análisis de SF₆ y CFC. Además, se asume que los volcanes cercanos pueden tener influencia en algunos procesos del acuífero tales como adquisición química e incluso en el contenido de algunos isótopos como el carbono, por lo que se determinará este aporte volcánico a través de análisis de gases raros.
7. Estos datos permitirán construir un modelo conceptual del acuífero pues seremos capaces de comprender su comportamiento, sus conexiones con medio externos a él y además podremos calcular un balance hídrico preliminar de la zona.

Ref. Bibliográficas:

1. United Nations Committee on Economic Social and Cultural Rights, *General Comment No. 15. The right to water*, 2003: Geneva, Switzerland. p. 18 p.
2. Richey, A., B. Thomas, M.-H. Lo, J. Famiglietti, S. Swenson, and M. Rodell, *Uncertainty in Global Groundwater Storage Estimates in a Total Groundwater Stress Framework* Water resources research, 2015. **Accepted Author Manuscript. doi:10.1002/2015WR017351.**
3. Struckmeier, W., W. Gilbrich, A. Richts, and M. Zaepke, *WHYMAP and the Groundwater Resources Map of the World at the scale of 1:50 000 000*, 2004, UNESCO, BGR, AIEA, WMO, IAH, CGMW: Florence, Italy.
4. Bertrand, G., H. Celle-Jeanton, F. Huneau, S. Looock, and C. Renac, *Identification of different groundwater flowpaths within volcanic aquifers using natural tracers for the evaluation of the*



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

influence of lava flows morphology (Argnat basin, Chaîne des Puys, France). Journal of Hydrology, 2010. 391(3-4): p. 223–234.

5. Cabrera, M. and E. Custodio, *Groundwater flow in a volcanic–sedimentary coastal aquifer: Telde area, Gran Canaria, Canary Islands, Spain*. Hydrogeology journal, 2004. **12**(3): p. 305–320.
6. Bisson, R. and J. Lehr, *Modern groundwater exploration. Discovering new water resources in consolidated rocks using innovative hydrogeologic concepts, exploration, drilling, aquifer testing, and management methods*, ed. R. Bisson and J. Lehr 2004, New Jersey: John Wiley & Sons. 309.
7. Custodio, E., *Groundwater in volcanic hard rocks*, in *Groundwater in Fractured Rocks International Conference*, J. Krásný and J.M. Sharp, Editors. 2007, Taylor & Francis: Prague, Czech Republic. p. 95-108.
8. Vsevolozhskii, V.A., R.P. Kochetkova, and I.F. Fidelli, *Principles of Hydrogeological Zoning by the Conditions of Formation and the Distribution of the Natural Resources of Fresh Groundwater*. Water Resources, 2003. **30**(3): p. 233–245.
9. Kulkarni, H., S. Deolankar, A. Lalwani, B. Joseph, and S. Pawar, *Hydrogeological framework of the Deccan basalt groundwater systems, west-central India*. Hydrogeology journal, 2000. **8**(4): p. 368-378.
10. Geyh, M. and B. Söfner, *Groundwater analysis of environmental carbon and other isotopes from the Jakarta basin aquifer, Indonesia*. Radiocarbon, 1989. **31**(3): p. 919-925.
11. Comte, J.-C., R. Cassidy, J. Nitsche, U. Ofterdinger, K. Pilatova, and R. Flynn, *The typology of Irish hard-rock aquifers based on an integrated hydrogeological and geophysical approach*. Hydrogeology journal, 2012. **20**(8): p. 1569–1588.
12. Dewandel, B., P. Lachassagne, F. Boudier, S. Al-Hattali, B. Ladouche, J.-L. Pinault, and Z. Al-Suleimani, *A conceptual hydrogeological model of ophiolite hard-rock aquifers in Oman based on a multiscale and a multidisciplinary approach*. Hydrogeology journal, 2005. **13**(5-6): p. 708–726.
13. Lachassagne, P., R. Wyns, P. Bérard, T. Bruel, L. Chéry, T. Coutand, J.-F. Desprats, and P. Le Strat, *Exploitation of High-Yields in Hard-Rock Aquifers: Downscaling Methodology Combining GIS and Multicriteria Analysis to Delineate Field Prospecting Zones*. Ground Water, 2001. **39**(4): p. 568-581.
14. Chenevoy, M. and M. Piboule, *Hydrothermalisme. Spéciation métallique hydrique et systèmes hydrothermaux*, ed. C.T.G. Sciences 2007, Grenoble: EDP Sciences. 619.

6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

- Para la elaboración del cronograma de ejecución del proyecto se sugiere considerar el tiempo para la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Recopilación, procesamiento, y análisis de información meteorológica, hidrológica, geológica, piezométrica, química y calidad del agua existente, (INAMHI, INIGEMM)	20%	20%	20%	20%	20%		100%
Recopilación y adquisición de información bibliográfica disponible de la zona de estudio.	19%	16%	16%	16%	16%	17%	100%



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Instalación de estaciones pluviométricas, hidrológicas, sondas automáticas de nivel en pozos y barómetros automáticos	50%	50%					100%
Toma de muestras para análisis de iones mayores, nitratos, elementos trazas, isótopos estables e isótopos radioactivos, SF6, CFC, Rn, gases raros de los pozos y vertiente del acuífero		50%		50%			100%
Toma de muestras para análisis de isótopos estables de lluvia	19%	16%	16%	16%	16%	17%	100%
Levantamiento de información en campo para caracterización geológica y mineralógica	33%	33%	34%				100%
Tratamiento de datos en general	19%	16%	16%	16%	16%	17%	100%
Propuesta de un primer modelo conceptual preliminar del acuífero					50%	50%	100%
Reporte año 1						100%	100%
TOTAL							33% del total del proyecto
Segundo Año 2							
	Porcentaje de avance por mes						TOTAL
Actividad	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Continuación de campañas de medición de niveles piezométricos	19%	16%	16%	16%	16%	17%	100%
Continuación de mediciones de precipitación y de isótopos estables de lluvia	19%	16%	16%	16%	16%	17%	100%
Análisis complementarios de análisis de iones mayores, nitratos, elementos trazas, isótopos estables e isótopos radioactivos, SF6, CFC, Rn, gases raros de los pozos y vertiente del acuífero		50%		50%			100%



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Mediciones y observaciones complementarias para modelo geológico definitivo	33%	33%	34%				100%
Cálculo de balance hídrico más fino			25%	25%	25%	25%	100%
Reporte año 2						100%	100%
TOTAL							66% del total del proyecto

Segundo Año 3

Actividad	Porcentaje de avance por mes						TOTAL
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Continuación de campañas de medición de niveles piezométricos	20%	20%	20%	20%	20%		100%
Continuación de mediciones de precipitación y de isótopos estables de lluvia	20%	20%	20%	20%	20%		100%
Análisis complementarios de análisis de iones mayores, elementos trazas, isótopos estables e isótopos radioactivos, SF6, CFC, Rn, gases raros de los pozos y vertiente del acuífero		50%		50%			100%
Mediciones y observaciones complementarias para modelo geológico definitivo	33%	33%	34%				100%
Aplicación del Modelo Conceptual del acuífero de Mulaló				33%	33%	34%	100%
Aplicación del Modelo de gestión para el acuífero de Mulaló		20%	20%	20%	20%	20%	100%
Reporte final del proyecto					50%	50%	100%
TOTAL							100%

7	Fechas de inicio y fin
	<i>Inicio: 1ro. de enero de 2016</i> <i>Finalización: 31 de diciembre de 2019</i>



8	<p>Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.</p> <p>8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.</p> <p align="center"><i>El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:</i></p> <p>Dra. Carla Manciatì: 20 HSS Dr. Marcos Villacís: 10 HSS Ing. Sandra Procel: 10 HSS Ing. Bolívar Cáceres: 10 HSS Dr. Jean-Denis Taupin: 10 HSS Maestrante 1: t/c Maestrante 2: t/c Estudiante de pregrado 1: t/c Estudiante de pregrado 1: t/c</p> <p>8.2 Infraestructura y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar la infraestructura y equipos disponibles para la ejecución del proyecto Laboratorio de Aerofotogrametría y Sensores Remotos – LAFSER del DICA <p>8.3 Breve justificación del equipo requerido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Justificar la infraestructura y equipos solicitados para la ejecución del proyecto <p>El DICA y el DGP actualmente no dispone de equipo básico para mediciones de niveles en campo, ni mediciones de conductividad o pH en campo, razón por la que se necesita abastecer a los departamentos de estos equipos esenciales para los estudios de aguas subterráneas.</p> <p>8.4 Fondos Adicionales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros fondos de otros organismos (si los hubiere) Ninguno
----------	--

9	<p>Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA. - Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país. - En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos <p align="center"><u>Primer Año</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Lista de ítems</th> <th align="center">Cantidad solicitada (US \$)</th> <th align="center">Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">1. Contratación Servicios Personales por Contrato Ayudantes de Investigación</td> <td align="center">1 Ingeniero contratado por 12 meses</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td align="center">9000</td> </tr> <tr> <td align="center">Estudiante contratado por 8 meses</td> </tr> <tr> <td align="center">5664</td> </tr> <tr> <td align="center">Subtotal</td> <td align="center">14664</td> <td align="center">7.34%</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">2. Maquinaria y Equipos</td> <td align="center">2 sonda piezométrica</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td align="center">3315.94</td> </tr> <tr> <td align="center">1 sonda multiparámetros</td> </tr> <tr> <td align="center">20633.28</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">5 sondas de medición automática de nivel</td> <td align="center">37.5%</td> </tr> </tbody> </table>	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)	1. Contratación Servicios Personales por Contrato Ayudantes de Investigación	1 Ingeniero contratado por 12 meses		9000	Estudiante contratado por 8 meses	5664	Subtotal	14664	7.34%	2. Maquinaria y Equipos	2 sonda piezométrica		3315.94	1 sonda multiparámetros	20633.28		5 sondas de medición automática de nivel	37.5%
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)																				
1. Contratación Servicios Personales por Contrato Ayudantes de Investigación	1 Ingeniero contratado por 12 meses																					
	9000																					
	Estudiante contratado por 8 meses																					
	5664																					
Subtotal	14664	7.34%																				
2. Maquinaria y Equipos	2 sonda piezométrica																					
	3315.94																					
	1 sonda multiparámetros																					
	20633.28																					
	5 sondas de medición automática de nivel	37.5%																				



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

	20943.85	
	1 sonda muestreadora	
	3747.85	
	1 Fluómetro	
	13777.89	
	1 Estaciones hidrológicas automáticas	
	25011.26	
	Subtotal	74924.44
3. Análisis de laboratorio	20 análisis de iones mayores	
	1200	
	20 análisis de nitratos	
	3420	
	20 análisis de isótopos de nitratos	
	4600	
	20 análisis de elementos trazas	
	720	
	90 análisis de isótopos estables	
	6480	
	5 análisis de tritio	
	1050	
	5 análisis de carbono 14 + carbono 13	
	2100	
	5 análisis de SF6, CFC, gases raros	
	2100	
	20 análisis de Radón	
	480	
	Subtotal	22150
		11.1%
4. Literatura especializada	Suscripción en revistas	
	Subtotal	750
		0.4%
5. Viajes técnicos y de muestreo	Movilización zona del proyecto	
	Subtotal	3500
		1.8%
6. Pasaje ida-vuelta Francia - Ecuador	Viaje investigador francés	
	Subtotal	2500
		1.3%
7. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Presentación de resultados Internacionalmente	
	Subtotal	2000
		0.1%
TOTAL PRESUPUESTO	120488,44 + IVA	60.3%
Segundo Año		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
8. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	1 Ingeniero contratado por 12 meses	
	9000	
	Estudiante contratado por 8 meses	
		7.34%



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

	5664	
Subtotal	14664	
9. Maquinaria y Equipos		
Subtotal		
10. Análisis de laboratorio	15 análisis de iones mayores	
	900	
	15 análisis de nitratos	
	2565	
	10 análisis de isótopos de nitratos	
	2300	
	15 análisis de elementos trazas	
	540	
	90 análisis de isótopos estables	
	6480	
	5 análisis de tritio	
	1050	
	5 análisis de carbono 14 + carbono	
	13	
	2100	
	5 análisis de SF6, CFC, gases raros	
	2100	
	10 análisis de Radón	
	240	
	15 Especiación elementos trazas	
	900	
Subtotal	19175	9.6%
11. Literatura especializada	Suscripción en revistas	
Subtotal	750	0.4%
12. Viajes técnicos y de muestreo	Movilización zona del proyecto	
Subtotal	3500	1.8%
13. Pasaje ida-vuelta Francia - Ecuador	Viaje investigador francés	
Subtotal	2500	1.3%
14. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Presentación de resultados Internacionalmente	
Subtotal	2000	0.1%
TOTAL PRESUPUESTO	42589,00 + IVA	21.3%
<u>Tercer Año</u>		
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
15. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	1 Ingeniero contratado por 12 meses	
	9000	
	Estudiante contratado por 8 meses	
	5664	
Subtotal	14664	7.34%



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

16. Maquinaria y Equipos		
Subtotal		
17. Análisis de laboratorio	10 análisis de iones mayores	
	600	
	10 análisis de nitratos	
	1710	
	5 análisis de isótopos de nitratos	
	1150	
	10 análisis de elementos trazas	
	360	
	90 análisis de isótopos estables	
	6480	
	2 análisis de tritio	
	420	
	2 análisis de carbono 14 + carbono	
	13	
	840	
2 análisis de SF6, CFC, gases raros		
840		
5 análisis de Radón		
120		
10 Especiación elementos trazas		
600		
Subtotal	13120	6.6%
18. Literatura especializada	Suscripción en revistas	
Subtotal	750	0.4%
19. Viajes técnicos y de muestreo	Movilización zona del proyecto	
Subtotal	3500	1.8%
20. Pasaje ida-vuelta Francia - Ecuador	Viaje investigador francés	
Subtotal	2500	1.3%
21. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Presentación de resultados Internacionalmente	
Subtotal	2000	0.1%
TOTAL PRESUPUESTO	36534,00 + IVA	18.3%
TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO	199611,44 + IVA	100%