

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:

Clasificación de Señales Electromiográficas del Brazo Humano usando Técnicas de Reconocimiento de Patrones y Machine Learning

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Informática y Ciencias de la Computación (DICC) ✓

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Sistemas Inteligentes ✓

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto		
<u>Director</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Benalcázar Palacios Marco Enrique	DICC	Ph.D.
<u>Colaborador(es)</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
Anchundía Valencia Carlos Eduardo	DICC	M.Sc.
Zambrano Rodríguez Patricio Xavier	DICC	M.Sc.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO 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 Informática y Ciencias de la Computación (DICC)

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Sistemas Inteligentes

1 Proyecto de Investigación

Título: Clasificación de Señales Electromiográficas del Brazo Humano usando Técnicas de Reconocimiento de Patrones y Machine Learning

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

La actividad muscular del brazo humano produce señales eléctricas denominadas señales electromiográficas, o simplemente electromiografías (EMG) [1]. La clasificación de estas señales tiene múltiples dominios de aplicación que incluyen: interfaces para videojuegos, robótica, traductores de lenguajes de señas a texto o voz, biónica, entre otros [2][3]. En la literatura se han propuesto varios trabajos para la clasificación de estas señales. Los principales problemas de estas propuestas son:(i) la cantidad limitada de gestos que pueden reconocer y, (ii) la sobreestimación de su exactitud de clasificación causada por el uso de pocas muestras de testeo. En este proyecto se propone desarrollar un nuevo modelo de clasificación de EMGs usando técnicas de reconocimiento de patrones y machine learning [4][5]. Las señales electromiográficas serán adquiridas usando un sensor comercial como el myo armband[2][6]. El modelo desarrollado será capaz de aprender a clasificar gestos de una persona mediante un procedimiento de aprendizaje automático. Esto permitirá que el sistema sea adaptable a la diversidad de EMGs para un mismo gesto o movimiento entre diferentes personas.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

Palabras clave (4-6):
Señales electromiográficas del brazo humano, reconocimiento de patrones, machine learning, sensores electromiográficos.

2	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>2.1 Objetivos</p> <p>2.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Desarrollar un nuevo modelo de clasificación de señales electromiográficas del brazo humano usando técnicas de reconocimiento de patrones y machine learning. <p>2.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Reconocer al menos cinco gestos realizados con el brazo utilizando sensores electromiográficos comerciales.b. Implementar un modelo de clasificación de señales electromiográficas entrenable por cada usuario utilizando un conjunto de ejemplos del orden de las decenas por cada gesto a reconocer.c. Emplear técnicas de machine learning y reconocimiento de patrones para el proceso de entrenamiento del modelo de clasificación.d. Implementar un prototipo en software en base al modelo desarrollado en esta investigación. <p>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ol style="list-style-type: none">a. La presente investigación tiene componentes teórico y práctico. En la parte teórica, en este proyecto se desarrollará un marco de trabajo probabilístico que permita i) analizar la incerteza, variabilidad y ruido asociado a las señales electromiográficas del brazo humano. Mediante este marco de trabajo se podrá ii) estudiar y analizar rigurosamente (i.e., matemáticamente) el comportamiento de estas señales. Este análisis, a su vez, permitirá iii) encontrar los mejores descriptores de estas señales en términos de su exactitud de clasificación y la cantidad de muestras disponibles. Adicionalmente, iv) en este trabajo teórico se propondrá un modelo de clasificación con un sólido sustento matemático. Esta es una de las principales diferencias de la presente propuesta con respecto a la mayoría de trabajos desarrollados en esta área donde, usualmente, se proponen modelos ad-hoc. Otra ventaja de usar un sólido fundamento teórico radica en que se podrá analizar con rigurosidad matemática la capacidad predictiva del modelo propuesto que es un aspecto importante para que un modelo sea científico. En la parte práctica i) se desarrollará y validará empíricamente el modelo de clasificación propuesto. Para esto se utilizarán técnicas de reconocimiento de patrones para estimación de error como hold-out y validación cruzada. En base a esta validación ii) se harán comparaciones entre los resultados teóricos y prácticos. La implementación del modelo propuesto se realizará en Matlab. La principal ventaja práctica del modelo a desarrollarse consiste en su capacidad de aprender a reconocer los patrones presentes en las señales electromiográficas de cada individuo. Esto posibilitará que el modelo se adapte automáticamente a las variaciones de señal que existen entre cada persona. Es importante aclarar que este proyecto se concentrará únicamente en la etapa de clasificación de señales electromiográficas del brazo humano y no en la etapa de adquisición y acondicionamiento.b. Difusión en congresos nacionales e internacionales de la investigación producida y al menos un artículo enviado a una revista Q1 de acuerdo al índice SCIMAGO-SCOPUS (Artículo 3 del Acuerdo 2015-117 del Senescyt y definiciones de la Escuela Politécnica Nacional).c. Los resultados que se obtengan en este proyecto potenciarán líneas de investigación existentes como machine learning (código 0304) y permitirán desarrollar nuevas líneas, como por ejemplo reconocimiento de patrones, dentro del área de sistemas inteligentes de la Facultad de Sistemas de la EPN. Estas líneas permitirán la propuesta de tesis a nivel de maestría y doctorado.
----------	--



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación																					
	<p>En la parte aplicativa, la investigación propuesta en este proyecto tiene múltiples dominios científicos y tecnológicos de aplicación entre los que se destaca el desarrollo de interfaces hombre-máquina (HMI) para videojuegos y robótica, prótesis, biónica, sistemas de asistencia a personas discapacitadas, medicina, entre otros. En el caso de HMI para videojuegos, la clasificación de señales electromiográficas puede ser usada en aplicaciones que van desde la implementación de interfaces de operación de computadores (i.e., emuladores de mouse) hasta complejos interfaces para sistemas de realidad virtual. En el campo de la robótica, las aplicaciones van desde sistemas básicos de operación de brazos robóticos hasta complejos sistemas de tele-operación de plataformas móviles[7][8][9]. En el campo del desarrollo de prótesis y biónica, la clasificación de señales electromiográficas puede permitir desarrollar brazos artificiales que puedan ser controlados de manera natural por los usuarios. En este caso se conoce que, usualmente, las personas que han perdido la mano, antebrazo y parte del brazo todavía sienten sus extremidades amputadas. El sentir las extremidades amputadas permite que el cerebro de estas personas envíe impulsos eléctricos que puedan excitar los músculos que todavía conservan en su brazo[17]. La clasificación de esta actividad muscular puede permitir controlar los movimientos de las prótesis. Para el caso de dispositivos de asistencia, la clasificación de señales electromiográficas puede ser usada en sistemas de traducción de lenguaje de señas a texto y/o voz para personas con discapacidad de habla y auditiva. Esto puede generar nuevas oportunidades de inclusión social para estas personas, especialmente si se toma en cuenta que a nivel mundial por lo menos 360 millones de personas son susceptibles de tener discapacidad de habla y auditiva [10][11]. En el campo médico, los desarrollos de este proyecto pueden ser usados en la implementación de sistemas de diagnóstico de enfermedades tanto neuromusculares como de control del sistema motriz y kinesiología[12]. Adicionalmente el presente proyecto se enmarca dentro de los objetivos del plan Nacional del Buen Vivir como son: (i) Impulsar la transformación de la matriz productiva y asegurar la soberanía e, (ii) Impulsar los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.</p> <p>En la parte académica y científica, la presente propuesta contribuirá al desarrollo de investigación tanto teórica como aplicada en machine learning y reconocimiento de patrones que son parte del área de sistemas inteligentes de la FIS. Machine learning y reconocimiento de patrones permiten implementar máquinas (i.e., funciones matemáticas) que automáticamente aprenden a resolver problemas a partir de ejemplos de entrenamiento. Estos ejemplos, usualmente, están formados por instancias del problema a resolver y soluciones para dichas instancias dadas por el humano. En los últimos años, estas disciplinas han permitido lograr avances tecnológicos significativos a nivel mundial. Entre estos avances se puede mencionar el desarrollo de prototipos de vehículos autónomos, sistemas médicos inteligentes, aplicaciones para internet (e.g., predicción y traducción de texto, etiquetado de imágenes, sistemas de recomendación, reconocimiento de voz, etc.), robótica, entre otros. Por lo tanto, el desarrollo de la presente investigación en el área de sistemas inteligentes permitirá que la FIS, y por ende la EPN, incursionen en un nuevo campo de investigación cuyas aplicaciones han revolucionado significativamente la tecnología a nivel mundial. Adicionalmente, este proyecto de investigación será una buena oportunidad para que estudiantes del Doctorado en Sistemas Inteligentes realicen sus trabajos de investigación.</p>																					
4	Productos esperados <table border="0" data-bbox="309 1612 1394 1926"><tr><td>a. Publicaciones científicas (obligatorio);</td><td>■</td><td></td></tr><tr><td>b. Disertación a la Comunidad Politécnica;</td><td>■</td><td></td></tr><tr><td>c. Proyecto de Titulación;</td><td></td><td>□</td></tr><tr><td>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);</td><td>■</td><td></td></tr><tr><td>e. Aplicación tecnológica construida o implementada;</td><td></td><td>□</td></tr><tr><td>f. Patente presentada;</td><td></td><td>□</td></tr><tr><td>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.</td><td></td><td>□</td></tr></table>	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.		□
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.		□																				



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

5	Descripción y metodología y diseño del proyecto
<p>5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)</p> <p>Actividad 1: Revisión bibliográfica y generación de base de datos La presente actividad permitirá estudiar el estado del arte en la parte teórica y práctica sobre la clasificación de señales electromiográficas del brazo humano [1][2]. Se analizarán teóricamente, basado en un marco de trabajo probabilístico [21], a algunos modelos de clasificación propuestos, los sensores utilizados, la cantidad de datos de entrenamiento y testeo, así como la exactitud de clasificación de dichos modelos. Como resultado se generará un listado de las metodologías estudiadas, un análisis teórico de las mismas y una comparación de su exactitud de clasificación.</p> <p>Actividad 2: Análisis de sensores para adquisición de señales electromiográficas del brazo humano En esta actividad se analizarán las características de algunos sensores comerciales para la adquisición de señales electromiográficas del brazo humano. En este análisis se prestará especial interés al brazalete myo armband de Thalmics[18]. Esto debido a que este dispositivo tiene una buena combinación entre tamaño y funcionalidad: tiene 8 sensores EMG, una unidad de medida inercial con 9 grados de libertad (i.e., acelerómetro, giroscopio y magnetómetro en xyz) y comunicación bluetooth con el pc. Como resultado de esta actividad se hará un benchmarking de sensores EMG comerciales. Este benchmarking permitirá seleccionar al o los sensores comerciales con mejores prestaciones para este proyecto.</p> <p>Actividad 3: Desarrollo de un programa de adquisición de datos En esta actividad se desarrollará, en Matlab, un programa que permita la adquisición y visualización en el computador de los datos de los sensores EMG. Este programa estará formado por una interfaz gráfica para una fácil interacción entre el usuario y el sensor. El resultado de esta actividad será el software desarrollado junto con su respectivo manual de usuario.</p> <p>Actividad 4: Extracción y selección de características para clasificación de señales electromiográficas En esta actividad se analizarán varios métodos de extracción y selección de características para la clasificación de señales electromiográficas. El objetivo de este análisis es estudiar la representación de estas señales modeladas como series de tiempo. También se estudiarán métodos de transformación y representación de estas series de tiempo en espacios de características Euclidianos n-dimensionales[2]. El resultado de esta actividad consistirá en la definición de un conjunto de descriptores que permitan representar las señales electromiográficas del brazo humano en espacios de características Euclidianos [3][7][13].</p> <p>Actividad 5: Análisis de métodos no paramétricos de clasificación de patrones En esta sección se analizarán varios métodos no paramétricos de machine learning [19] y reconocimiento de patrones para la implementación de modelos de clasificación supervisada[14][15][16]. Entre los modelos a estudiar están: <i>k-nearest neighbors</i>, <i>decision trees</i>, <i>perceptron</i>, <i>linear discriminant analysis</i> y <i>dynamic time warping</i>. El resultado de esta actividad será una comparación de ventajas y desventajas entre algunos modelos no paramétricos para el diseño automático de clasificadores de señales electromiográficas.</p> <p>Actividad 6: Análisis de métodos paramétricos de clasificación de patrones En esta sección se analizarán varios métodos paramétricos de machine learning y reconocimiento de patrones[18] para la implementación de modelos de clasificación supervisada. Entre los modelos a estudiar están logistic regresión, softmax, redes neuronales artificiales y support vector machines[6][14][19]. El resultado de esta actividad será una comparación de ventajas y desventajas entre algunos modelos paramétricos para el diseño automático de clasificadores de señales electromiográficas.</p> <p>Actividad 7: Desarrollo de una metodología probabilística para clasificación de señales electromiográficas del brazo humano En esta sección se implementará un modelo de clasificación supervisada para señales electromiográficas del brazo humano basado en un marco de trabajo probabilístico y los resultados de las actividades anteriores. Este marco de trabajo permitirá analizar teóricamente la capacidad predictiva del modelo</p>	



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

generado.

Actividad 8: Validación de los modelos matemáticos y experimentación

El modelo de clasificación se validará y verificará comparando los gestos predichos por el sistema y los gestos reales que fueron ejecutados por el usuario. Para esta comparación se utilizarán métricas como tasa de error, y tasa de falsos positivos y negativos calculados a partir de la matriz de confusión. Las técnicas de estimación de error a ser utilizadas son hold-out y validación cruzada. Como resultado de esta actividad, se estimará la exactitud de clasificación del modelo generado para un conjunto predefinido de gestos.

Actividad 9: Difusión de la investigación

Se difundirá la investigación en congresos nacionales e internacionales, generando al menos dos publicaciones en congresos y/o revistas indexadas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GANIEV, Asilbek; SHIN, Ho-Sun; LEE, Kang-Hee. Study on Virtual Control of a Robotic Arm via a Myo Armband for the Self-Manipulation of a Hand Amputee. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016, vol. 11, no 2, p. 775-782.
- [2] LUH, Guan-Chun, et al. Intuitive muscle-gesture based robot navigation control using wearable gesture armband. En *Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), 2015 International Conference on*. IEEE, 2015. p. 389-395.
- [3] NORALI, A. N.; SOM, MH Mat; KANGAR-ARAU, J. Surface electromyography signal processing and application: A review. En *Proceedings of the International Conference on Man-Machine Systems (ICoMMS)*. 2009. p. 11-13.
- [4] BITZER, Sebastian; VAN DER SMAGT, Patrick. Learning EMG control of a robotic hand: towards active prostheses. En *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006*. IEEE, 2006. p. 2819-2823.
- [5] CHU, J.-U.; MOON, Inhyuk; MUN, M.-S. A real-time EMG pattern recognition system based on linear-nonlinear feature projection for a multifunction myoelectric hand. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2006, vol. 53, no 11, p. 2232-2239.
- [6] BOYALI, Ali; HASHIMOTO, Naohisa; MATSUMOTO, Osamu. Hand posture and gesture recognition using MYO armband and spectral collaborative representation based classification. En *2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*. IEEE, 2015. p. 200-201.
- [7] ARIEF, Zainal; SULISTIJONO, Indra Adji; ARDIANSYAH, Roby Awal. Comparison of five time series EMG features extractions using Myo Armband. En *Electronics Symposium (IES), 2015 International*. IEEE, 2015. p. 11-14.
- [8] SATHIYANARAYANAN, Mithileysh; RAJAN, Sharanya. MYO Armband for physiotherapy healthcare: A case study using gesture recognition application. En *2016 8th International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS)*. IEEE, 2016. p. 1-6.
- [9] CYNTHIA, C. M.; RAGHAVAN, S. A flexible conformal loop antenna for intramuscular implantable myoelectric sensors. En *Communication Technologies (GCCT), 2015 Global Conference on*. IEEE, 2015. p. 688-690.
- [10] World Health Organization, Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented[online]. Geneva, 2013 Disponible en: <http://www.who.int/pbd/deafness/news/Millionslivewithhearingloss.pdf>
- [11] OLUSANYA, Bolajoko O.; NEUMANN, Katrin J.; SAUNDERS, James E. The global burden of disabling hearing impairment: a call to action. *Bulletin of the World Health Organization*, 2014, vol. 92, no 5, p. 367-373.
- [12] GARG, Amanmeet; XU, Da; BLABER, Andrew. Posture muscle relationship with cardiovascular changes under orthostatic challenge. En *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. IEEE, 2014. p. 4378-4381.
- [13] PILARSKI, Patrick M., et al. Online human training of a myoelectric prosthesis controller via actor-critic reinforcement learning. En *2011 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*. IEEE, 2011. p. 1-7..



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

- [14] MAISNAM, Sanjeet; SINGH, R. K. Generalization of neuron network model with delay feedback. *arXiv preprint arXiv:1507.04552*, 2015.
- [15] CHU, Jun-Uk, et al. A supervised feature-projection-based real-time EMG pattern recognition for multifunction myoelectric hand control. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 2007, vol. 12, no 3, p. 282-290.
- [16] SUBASI, Abdulhamit; YILMAZ, Mustafa; OZCALIK, Hasan Riza. Classification of EMG signals using wavelet neural network. *Journal of neuroscience methods*, 2006, vol. 156, no 1, p. 360-367.
- [17] GIUMMARRA, Melita J., et al. Central mechanisms in phantom limb perception: the past, present and future. *Brain research reviews*, 2007, vol. 54, no 1, p. 219-232.
- [18] Ulisses M. Braga Neto, Edward R. Dougherty. Error Estimation for Pattern Recognition. Primera Edición. Wiley-IEEE Press, 2015.
- [19] MOHRI, Mehryar; ROSTAMIZADEH, Afshin; TALWALKER, A. Foundations of machine learning (adaptive computation and machine learning series). Mit University Press Group Ltd; Primera Edición, 2012.
- [20] DEVROYE, Luc; GYÖRFI, László; LUGOSI, Gábor. A probabilistic theory of pattern recognition. Springer Science & Business Media, Primera Edición, 1996.
- [21] MURPHY, Kevin P. Machine learning: a probabilistic perspective (Adaptive Computation and Machine Learning Series). MIT press. Primera Edición, 2012.
- [22] DUDA, Richard O.; HART, Peter E.; STORK, David G. Pattern classification. 2nd. Edition. New York, 2001.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social

6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.
6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.
Table with 4 columns: Nombre, Rol, Horas de dedicación, Departamento.
6.2 Infraestructura y equipos
6.3 Breve justificación del equipo requerido
6.4 Fondos Adicionales

7 Declaración del Director del Proyecto
Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.
Signature and stamp of Director Marco Benalcázar
Quito, 29 de junio de 2016

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, en sesión del día 13 de julio de 2016 mediante resolución No. 005.03.13-07-2016.
Signature and stamp of Jefe del Departamento Myriam Peñafiel
Quito, 18 de julio de 2016



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social



Anexo 5. Verificación de la documentación de la propuesta de investigación presentada

PII: Uso de microdatos para mejorar el descubrimiento de recursos educativos abiertos accesibles

Proponente: Rosa Navarrete

#	Item sujeto a revisión	Proponente (Marque con una X)	VIPS	Observaciones VIPS
1	Anexos 1 al 5	X		
2	CD	X		
#	Anexo 1. Datos informativos del director y colaboradores de la propuesta de proyecto			
3	Nombre del (los) departamento(s)	X		
4	Línea(s) de investigación (verificables en el SAEW)	X		
5	Cuadro de resumen con datos del director y colaborador(es) del proyecto completo	X		
6	Hoja de vida del director completa	X		
7	Hoja(s) de vida del (los) colaborador(es) completa(s)	X		
8	Número de colaboradores acorde a los normativos según tipo de proyecto	X		
#	Anexo 2. Detalle de la propuesta del proyecto			
9	Nombre del (los) departamento(s)	X		
10	Línea(s) de investigación (verificables en el SAEW)	X		
11	Sección 1. proyecto de investigación completa	X		
12	Sección 2. objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación completa	X		
13	Sección 3. relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación completa	X		
14	Sección 4. productos esperados	X		
15	Sección 5. Selección de publicación científica (obligatorio)	X		
16	Sección 6. Selección de al menos 1 de los otros 6 productos esperados	X		
17	Sección 7. Descripción y metodología y diseño del proyecto con una extensión máxima de 2 carillas	X		
18	Sección 8. Tiempo máximo de dedicación semestral del director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores acorde a los normativos según tipo de proyecto	X		
19	Sección 9. Infraestructura y equipos requeridos para el proyecto completa	X		
20	Sección 10. Breve justificación de los equipos e infraestructura completa	X		
21	Sección 11. Declaración del Director del proyecto completo y firmado	X		



6 DE DICIEMBRE N48-278 Y LOS ALAMOS
 NORMA BENAVIDES
 2409784

Cliente:
 EPN001 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 Ruc: 1760005620001
 Dirección: LADRON DE GUEVARA Y QUESERAS DEL MEDIO
 Zona: QUITO
 Teléfonos: 2507144

Descripción del Artículo	SKU	
1 PowerEdge T630 Server	210-ACWJ	
1 PowerEdge T630 Motherboard MLK	329-BC2H	
1	971-7037	
1 Dell Limited Hardware Warranty Plus Service, Initial Year	978-3264	
1 ProSupport Plus: Next Business Day Onsite Service After Problem Diagnosis, 3 Year	978-3308	
1 ProSupport Plus: 7x24 HW/SW Tech Support and Assistance, 3 Year	978-3315	
1 US Order	332-1286	
1 Onsite Installation Declined	911-0418	
1 Declined Remote Consulting Service	973-2873	
1 PowerEdge T630 Shipping	340-AKLY	
1 On-Board LOM 1GbE (Dual Port for Towers, Quad Port for Racks and Blades)	542-888P	
2 Intel Xeon Phi 3120A Coprocessor, PCIe, Double-wide	490-88NF	
1 T630 GPU Installation kit	489-88BV	
1 iDRACB Enterprise, Integrated Dell Remote Access Controller, Enterprise	385-88HO	
1 OpenManage Essentials, Server Configuration Management	634-88WU	
1 Chassis with up to 8, 3.5" Hard Drives, Tower Configuration	321-88JP	
1 Bezel	325-88HK	
1 Performance BIOS Settings	384-88BL	
1 RAID 0 for H330/H730/H730P (1-32 HDDs or SSDs)	780-88IM	
1 PERC H730 RAID Controller, 1GB NV Cache	405-AADT	
1 Intel Xeon E5-2630 v4 2.2GHz,25M Cache,8.0 GT/s QPI,Turbo,HT,10C/20T (85W) Max Mem 2133MHz	338-BIDG	
1 Intel Xeon E5-2630 v4 2.2GHz,25M Cache,8.0 GT/s QPI,Turbo,HT,10C/20T (85W) Max Mem 2133MHz	338-BICK	
2 32GB RDIMM, 2133 MT/s, Dual Rank, x4 Data Width	370-ABVW	
1 2133MT/s RDIMMs	370-ABUF	
1 Performance Optimized	370-AAIP	
1 300GB 15K RPM SAS 12Gbps 2.5in Hot-plug Hard Drive,3.5in HYB CARR	400-AJR2	
1 No Trusted Platform Module	461-AAD2	
1 Electronic System Documentation and OpenManage DVD Kit, PowerEdge T630	343-88DE	
1 DVD+RW, SATA, Internal	429-AAHW	
1 No Rack Rails, No Cable Management Arm, No Casters	770-BBCR	
1 Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 1600W	450-ADWN	
2 NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	450-AALV	
1 Redundant Fan, Dell PowerEdge T630	750-AAFF	
1 No Operating System	619-ABVR	
1 No Media Required	421-5736	
1 105W Heatsink for PowerEdge T630	412-AADW	
1 105W Heatsink for PowerEdge T630	412-AADW	
	Total Servidor	12904,5
10 Myo Gesture Control Armband (Black)	372-33	3723,3
	Subtotal	16627,8
	IVA	2327,892
	Total	18955,692