



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

2021, AÑO DEL RECONOCIMIENTO AL PERSONAL DE SALUD, POR LA LUCHA CONTRA EL VIRUS SARS-CoV2, COVID-19\*

**OFICIO No. 025/DGA/UNISTMO/2021**

**Asunto: 1° Informe Semestral, Apoyo a PTC con Perfil Deseable 2020.**

Sto. Domingo Tehuantepec, Oax., 07 de mayo de 2021

**Dr. Isaías Elizarraraz Alcaraz**

Director de Fortalecimiento Institucional

AT N:

**Lic. Sergio Pascual Conde Maldonado**

Jefatura de Desarrollo y Operación

Por este conducto le envío un cordial saludo, al tiempo que envío el 1° Informe semestral que genera el sistema, referente al *Apoyo a PTC con Perfil Deseable 2020*, autorizado al siguiente PTC:

<i>Informe No.</i>	<i>Nombre del PTC</i>	<i>ID PTC</i>
1	Isaac Montoya de los Santos	181072

El apoyo fue autorizado mediante oficio No. 511-6/2020.-7809, de fecha 12 de octubre de 2020.

Garantizando la transparencia en el ejercicio de los recursos, agradezco la atención prestada al presente, y aprovecho la ocasión para agradecer los apoyos que nos brinda el Programa en mejora de la educación de nuestra región, nuestro estado y nuestro país.

ATENTAMENTE

*Voluntas totum potest  
Guiraa zanda ne guerdaracala 'dxi'*

**L.C.E. Claudia Hernández Cela**  
Jefa del Departamento de Gestión Académica



UNIVERSIDAD DEL ISTMO  
PROGRAMA PARA EL DESARROLLO  
PROFESIONAL DOCENTE,  
PARA EL TIPO SUPERIOR  
**PRODEP**  
REPRESENTANTE INSTITUCIONAL

C.f.p -Dr. Modesto Seara Vázquez.- Rector de la Universidad del Istmo.- Para su conocimiento.  
- Dra. Cora Silvia Bonilla Carreón.- Vice-rectora Académica.- Universidad del Istmo.- Mismo fin.  
- Dr. Isaac Montoya de los Santos.- PTC beneficiado.- Universidad del Istmo.- para seguimiento.  
- Archivo

\*CHC/

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050

Ciudad de México a 05 de Mayo del 2021

Informe de recursos ejercidos para el programa

Isaac Montoya De Los Santos  
 Reconocimiento a Perfil Deseable y Apoyo  
 Inicio apoyo: 2020  
 Informe Semestral

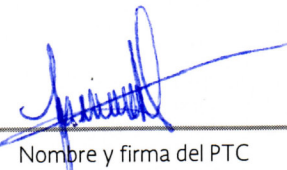
Recurso	Aprobado	Ejercido
Equipo de Cómputo de Escritorio o Portátil	\$30,000	\$0


Producción académica	
Tipo	Cantidad
Artículo en revista indexada	7

Dirección de Tesis	
Nivel	Cantidad
Maestría	1
Licenciatura	1

Docencia	
Grado	Cantidad
Maestría	11

Gestión Académica	
Gestión Académica	Cantidad
Colectiva	2
Individual	6

  
 Nombre y firma del PTC  
 Isaac Montoya De Los Santos

  
 Nombre y firma del RIP  
 Claudia Hernández Cela



# Materials Research Express



## PAPER

# Formation of SnSSe thin films by heat treatment of SnS thin films in S/Se atmosphere

RECEIVED  
13 December 2018

REVISED  
26 February 2019

ACCEPTED FOR PUBLICATION  
22 March 2019

PUBLISHED  
5 April 2019

C A Meza Avendaño<sup>1,2,3</sup> , Maykel Courel<sup>3</sup> , J Pantoja Enríquez<sup>1</sup>, R Castañeda Valderrama<sup>3</sup>,  
A Martínez Ayala<sup>2</sup>, I Montoya De Los Santos<sup>2,4</sup>  and J A Borrego Pérez<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 29039, México

<sup>2</sup> Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos 62580, México

<sup>3</sup> Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, Ameca, Jalisco 46600, México

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, 62209, México

<sup>5</sup> Departamento de Materiales, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México

E-mail: [carlos.meza@unicach.mx](mailto:carlos.meza@unicach.mx)

**Keywords:** thin films, annealing, S/Se atmosphere, XRD, photosensitivity, SnS-Se ternary

## Abstract

In the present work we have deposited ternary SnS-Se thin films by thermal treatment of SnS in S/Se atmosphere. The effect of annealing conditions on the formation of ternary phase was studied and the optimum condition was identified. The structural, morphological and optoelectronic studies were analyzed by techniques such as X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy, AFM and photo-response. The best results were found for samples treated under S/Se atmosphere at a temperature of 500 °C during 15 min. The XRD results showed good crystallinity. The formation of SnS-Se compound is confirmed by Raman measurements which illustrated the contribution of three peaks reported at 137, 200 and 299.5  $\text{cm}^{-1}$ . The morphology of the film was analyzed by the AFM technique and the results were compared with SnS thin films obtaining a slight increase in the roughness of the ternary films and a similar grain size. XPS analyses confirmed the presence of Sn, S and Se elements on the surface of the film. The bandgap of the films was calculated from the optical transmittance in the visible spectrum, showing direct transitions for SnS and SnSSe at 1.3 eV and 1.12 eV respectively. As a fundamental part of this work, SnSSe thin films showed response to light with higher photosensitivity values, in comparison to SnS films without treatment.


## 1. Introduction.

At present, solar cells have taken an important role when it comes to generating electricity by environmentally friendly methods. The cells with the most presence in the market are Silicon (Si), Cadmium Tellurium (CdTe) and CIGS with a conversion efficiency range from 22.1% to 25.8% [1–5]. But the need for innovation of an effective device, with low toxicity and abundant materials on earth has led researchers to search for new materials such CZTS,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ,  $\text{FeS}_2$ , PbS, SnS and SnSe. These compounds have presented good characteristics to be used as absorbing layers for solar cells, such as high absorption coefficients and energy gaps within the visible spectrum, having a conversion efficiency range from 2.8% to 12.6% [6–9].

Among these compounds, materials such as SnS and SnSe have been studied for years. The SnS thin films have an energy gap of 1.3–1.7 eV and an absorption coefficient of  $10^4$ – $10^5 \text{ cm}^{-1}$  [10, 11], while the SnSe films have an energy gap of 1.03 eV and an absorption coefficient of  $10^4 \text{ cm}^{-1}$  [12, 13]. The SnS and SnSe thin films have been deposited by different techniques such as chemical bath deposition [14, 15], thermal evaporation [16, 17], electrodeposition [18, 19], sputtering [20], spray pyrolysis [21, 22], etc. Despite both materials have been widely studied, there are only few reports on the formation of the SnSSe ternary compound. Intermediate properties between the SnS and SnSe are expected with Se incorporation into SnS, making this compound attractive for solar cell applications. The incorporation of selenium into SnS decreases the energy gap and



# Impact of PC<sub>71</sub>BM layer on the performance of perovskite solar cells prepared at high moisture conditions using a low temperature annealed ZnO thin film as the electron transport layer

Carlos A. Rodríguez-Castañeda<sup>1,\*</sup>, Paola M. Moreno-Romero<sup>1</sup>, D. Mateus Torres-Herrera<sup>1</sup>, Candy A. Enríquez-Alamares<sup>2</sup>, Hugo J. Cortina-Marrero<sup>2</sup>, I. Montoya De Los Santos<sup>2</sup>, Maykel Courel<sup>3</sup>, F. J. Sánchez-Rodríguez<sup>4</sup>, Hailin Hu<sup>1</sup>, and L. Hechavarría-Difur<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 62580 Temixco, Morelos, Mexico

<sup>2</sup>Instituto de Estudios de La Energía, Universidad del Istmo, Santo Domingo Tehuantepec, C.P. 70760 Oaxaca, Mexico

<sup>3</sup>Centro Universitario de Los Valles, Universidad de Guadalajara, C.P. 46600, Ameca, Jalisco, Mexico

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa, C.P. 80010 Culiacán, Sinaloa, Mexico

**Received:** 12 March 2020

**Accepted:** 27 October 2020

© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2020

## ABSTRACT

ZnO is a promising electron transport material with high electron mobility compared to TiO<sub>2</sub> and SnO<sub>2</sub>. However, its high basicity and the presence of hydroxyl groups at the ZnO surface induces thermochemical decomposition of hybrid perovskites through proton transfer reactions. In perovskite solar cells (PSCs), these deprotonation reactions produce chemical products at the interface between ZnO and perovskite, which obstacle charge carrier extraction process and lead to low efficiency of the solar cells. In this work, PC<sub>71</sub>BM thin films of three different thickness, 19, 11 and 6 nm, were deposited on top of ZnO layers, prepared by sol-gel spin coating and annealed at 150 °C. It is found that low temperature prepared ZnO films contain deep trap states, and the effective optical band gap of ZnO/PC<sub>71</sub>BM double layers is slightly reduced with the thickness of the fullerene derivative. The presence of an interfacial PC<sub>71</sub>BM layer on top of ZnO enhances the stability of the upcoming perovskite coatings and promotes the passivation of trap states at the ZnO surface. Interestingly, the best PC<sub>71</sub>BM-passivated PSC, fabricated under relative humidity (RH) of 60–65%, achieves a maximum power conversion efficiency (PCE) of 13.3%, whereas those PSCs with only ZnO as the electron transport layer show an average PCE of 5.5%. However, the stability under continuous illumination of PC<sub>71</sub>BM based PSCs is significantly lower than expected, probably due to the PC<sub>71</sub>BM degradation under high RH conditions.

Address correspondence to E-mail: carc@ier.unam.mx; lihed@live.com

<https://doi.org/10.1007/s10854-020-04766-w>

Published online: 18 November 2020





## New architecture in dye sensitized solar cells: a SCAPS-1D simulation study

Viridiana Rondan-Gómez<sup>1</sup> · F. Ayala-Mató<sup>1</sup>  · D. Seuret-Jiménez<sup>1</sup> ·  
G. Santana-Rodríguez<sup>3</sup> · A. Zamudio-Lara<sup>1</sup> · I. Montoya De Los Santos<sup>4</sup> ·  
H. Y. Seuret-Hernández<sup>2</sup>

Received: 5 November 2019 / Accepted: 4 June 2020  
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2020

### Abstract

In this paper, we present the performance of two solid-state dye sensitized solar cells (ssDSSCs) through SCAPS-1D simulation. The five layers of proposed structures are in solid-state. Recombination reactions and defects in materials were not considered to obtain maximum efficiency. The conjugated polymer BEHP-co-MEH PPV (poly{[2-[2',5'-bis(2''-ethylhexyloxy)phenyl]-1,4phenylenevin-ylene]-co-[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevin-ylene]}) and MoO<sub>2</sub>/MoO<sub>3</sub> are studied by first time in a ssDSSCs using SCAPS-1D program. The current–voltage characteristic (I–V or J–V) and Quantum Efficiency behavior is analyzed and compared. The efficiencies achieved with BEHP-co-MEH PPV/MoO<sub>2</sub>MoO<sub>3</sub> and BEHP-co-MEH PPV/PEDOT:PSS are 8.42% and 7.95%, respectively. A solar cell with these characteristics can be included in a manufacturing workflow allowing its large-scale production.

**Keywords** Solid-state dye sensitized solar cells · Solid-state dye BEHP-co-MEH PPV · Solid-state electrolyte MoO<sub>2</sub>/MoO<sub>3</sub> · Solid-state electrolyte PEDOT:PSS · SCAPS-1D software

---

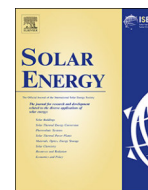
✉ F. Ayala-Mató  
fayala840425@gmail.com

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 100, C.P. 62210 Cuernavaca, Morelos, Mexico

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 100, C.P. 62210 Cuernavaca, Morelos, Mexico

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510 Coyoacán, Ciudad de México, Mexico

<sup>4</sup> Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, Ave. Ciudad Universitaria S/N, Santo Domingo Tehuantepec, C.P. 70760 Oaxaca, Mexico



# Optimization of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> perovskite solar cells: A theoretical and experimental study

I. Montoya De Los Santos<sup>a,\*</sup>, Hugo J. Cortina-Marrero<sup>a</sup>, M.A. Ruíz-Sánchez<sup>a</sup>,  
L. Hechavarría-Difur<sup>a</sup>, F.J. Sánchez-Rodríguez<sup>b</sup>, Maykel Courel<sup>c</sup>, Hailin Hu<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, C.P. 70760 Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, Mexico

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa, C.P. 80010 Culiacán, Sinaloa, Mexico

<sup>c</sup> Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, C.P. 46600 Ameca, Jalisco, Mexico

<sup>d</sup> Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 62580 Temixco, Morelos, Mexico

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Perovskite solar cell  
Modeling solar cell  
Optimization solar cell  
SCAPS

## ABSTRACT

In this work, an experimental and theoretical study on CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> perovskite solar cells was performed. A theoretical validation of experimental results in perovskite solar cells with efficiencies of 13.32% is presented. An optimization study which involves the spiro-OMeTAD and perovskite thickness' influence on electrical output parameters ( $V_{oc}$ ,  $J_{sc}$ , FF and PCE) showed a promotion of solar cell efficiency to 15.50% under 100 nm and 400 nm for hole transport material and absorber, respectively. The importance of the diffusion length of the absorber is discussed. In order to enhance the efficiency, a study of defect density ( $N_T$ ) was applied at the range of  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$  (experimental) to  $10^{10} \text{ cm}^{-3}$  (theoretical) where we achieved an efficiency of 20.26%. The present work illustrates the importance of thickness optimization and the reduction of defect density (by the improvement of the quality of processed film) to obtain a better performance of this type of solar cell. Furthermore, the relevance of the implementation of a back contact with higher work function was studied.

## 1. Introduction

Over the last years, solar energy devices offer a practical and sustainable solution to the challenge of the increase in global energy demand. As a reference in solar cells, the Shockley-Queisser (S-Q) model describes that 33.7% is the solar energy conversion efficiency for a single-junction with an adequate band gap around 1.34 eV (Shockley and Queisser, 1961). Therefore, many investigations are aiming at approaching the S-Q limit and different materials have been studied such as: CdTe (22.1%), GaAs (29.1%), CZTSSe (12.6%) and CIGS (22.9%) (Green et al., 2019; Wang et al., 2013; Frontier, 2018). However, some of these materials are scarce or toxic, which are limitations for large-scale production of photovoltaics devices. Since the first report of perovskite solar cell (PSC) by Miyasaka et al. (Kojima et al., 2009) captured extensive attention from the scientific community, hybrid organometal trihalide perovskites (MAPbX<sub>3</sub>, X = Cl, Br or I) have recently emerged as a promising candidate for photovoltaic application. This is due to their excellent photoelectric properties and facile solution processing such as a direct band gap of 1.55 eV, absorption coefficient above of  $10^4 \text{ cm}^{-1}$ , a weak binding energy about 0.03 eV, and an impressively low difference between open-circuit voltage ( $V_{oc}$ ) and its

band gap potential (De Wolf et al., 2014; Burschka et al., 2013; Umari, Mosconi and De Angelis, 2014; Löper et al., 2014). In a theoretical study, Pandey et al. found an efficiency of 27.6% (Pandey and Chaujar, 2016). In recent years, different configurations of perovskites solar cells have been studied (Correa-Baena et al., 2017). The organic lead halide perovskite-based solar cells have achieved a certified power conversion efficiency (PCE) of 23.7% (NREL, 2019). This is a result of intensive efforts to optimize the device structure, interfacial layers and the perovskite thin film structure and composition (Lee et al., 2012; Burschka et al., 2013; Singh and Miyasaka, 2018; Saliba et al., 2016). The understanding of the operation mechanism of the perovskite solar cell is essential and required for further solar cell efficiency promotion. Device simulation is a strong tool to understand device physics and optimum design for efficiency improvement. In particular, Solar Cell Capacitance Simulator 1-dimensional (SCAPS 1-D) is a simulation program that calculates energy bands, concentrations and currents, J-V characteristics and spectral response among other device parameters by solving the three basic semiconductor equations (the continuity equations for hole and electron and Poisson's equation) under the constraint of boundary conditions. The program has been widely applied to inorganic semiconductor solar-cell modeling, such as silicon, CIGS and

\* Corresponding author.

E-mail address: [isaacms88@gmail.com](mailto:isaacms88@gmail.com) (I. Montoya De Los Santos).

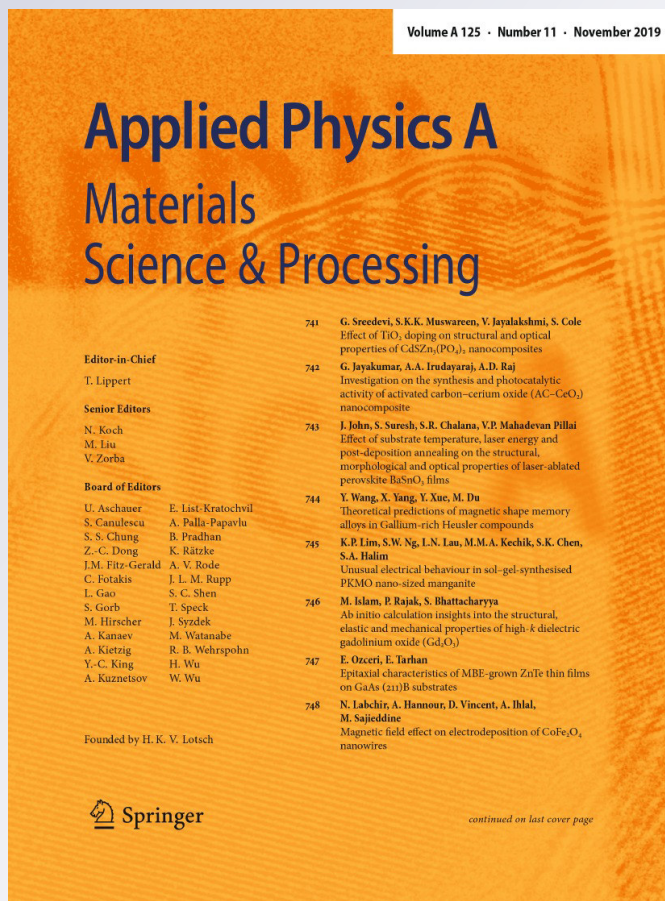
# Recent advances in dye-sensitized solar cells

## V. Rondán-Gómez, I. Montoya De Los Santos, D. Seuret-Jiménez, F. Ayala-Mató, A. Zamudio-Lara, T. Robles-Bonilla & Maykel Courel

**Applied Physics A**  
Materials Science & Processing

ISSN 0947-8396  
Volume 125  
Number 12

Appl. Phys. A (2019) 125:1-24  
DOI 10.1007/s00339-019-3116-5





**Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at [link.springer.com](http://link.springer.com)".**

## REVIEW



## Recent advances in dye-sensitized solar cells

V. Rondán-Gómez<sup>1</sup> · I. Montoya De Los Santos<sup>1,2</sup> · D. Seuret-Jiménez<sup>1</sup> · F. Ayala-Mató<sup>1</sup> · A. Zamudio-Lara<sup>1</sup> · T. Robles-Bonilla<sup>1</sup> · Maykel Courel<sup>3</sup>Received: 20 September 2019 / Accepted: 29 October 2019  
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019**Abstract**

Currently, different types of materials are being used for solar cell applications, these vary according to the device's requirements. In recent years, the main purposes in Dye Sensitized Solar Cells (DSSCs) study are, to obtain a longer useful lifetime and high conversion efficiencies, compared to existing devices in solar cell market. Consequently, this paper provides a status review on DSSCs general information, such as physic-chemical characteristics, modeling, simulation studies, text mining and applications. At the same time, this review deals with operation principles and manufacturing issues, because these are aspects affecting both the performance and device stability. In addition, the last challenges developed in each layer of DSSCs are shown, which have been presented to try covering the necessary requirements that will allow the competitiveness and commercialization of these types of devices. Finally, some industrial applications achieved in obtaining energy through DSSCs are described, as well as the types of companies today have used and improved them.

**1 Introduction**

With the boom of semiconductor materials, at first half of the twentieth century, Germanium and monocrystalline Silicon were the most used materials. In 1949, Shockley developed the theory of p–n junction, which will replace the vacuum diode [1]. From that moment, the development of electronics reaches unexpected levels. Many applications of p–n junction appeared, such as tunnel diodes, varactors, junction transistors and solar cells. Due to the growing demand for energy, the finite character and the environmental impact of current sources, solar cells are one of the most promising renewable alternatives. Research in this field has contributed to increase efficiency and reduce costs, through the development of new technologies and materials.

Actually, the highest efficiency of commercial silicon solar cells is 26.1% [2], although there are also other materials, such as dual-junction gallium arsenide, which achieve an efficiency of 32.6% [3]. DSSCs consist of a layer of nanocrystalline (mesoporous) TiO<sub>2</sub> particles on a transparent conducting oxide (TCO) substrate with an adsorbed Ru based dye as a sensitizer, a counter electrode and an electrolyte redox couple. DSSCs devices are easy to fabricate since they are stables to environment contaminants and processable at ambient temperature.

The first DSSC was created by O'Regan and Grätzel in 1991 [4]. Since then, the advantages of DSSCs give the way for intensive research interest. Figure 1, shows the publications numbers in the last two decades. The DSSCs efficiencies have increased through improvements in cell components, particularly the redox couple and the dye Co<sup>2+/3+</sup> based redox couples have increased the open-circuit voltage above those that have used I<sup>-</sup>/I<sub>3</sub><sup>-</sup>, and donor  $\pi$  acceptor dyes absorb much more strongly than the original ruthenium-based complex [5]. In 2011, an efficiency of 12.3% was obtained for DSSCs under standard test conditions (STC), and increases to 13.1% under low light intensity [6]. This performance under low light, coupled with the fact that cell materials do not need to be rigorously purified, has increased commercial interest in DSSCs. Today, the world record was registered by Zhang et al. [7] with a 13.6% by minimizing energy losses of the excited states. However,

✉ I. Montoya De Los Santos  
isaacms88@gmail.com

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 100, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos, Mexico

<sup>2</sup> Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, Ave. Ciudad Universitaria S/N, C.P. 70760 Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, Mexico

<sup>3</sup> Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, Carretera Guadalajara, Ameca Km 45.5., C.P. 46600, Ameca, Jalisco, Mexico





# The effect of Se/(S+Se) compositional ratios on the performance of SnS-based solar cell: a numerical simulation

I Montoya De Los Santos<sup>1,6</sup> , Hugo J Cortina-Marrero<sup>1</sup>, L Hechavarría-Difur<sup>1</sup>, F J Sánchez-Rodríguez<sup>2</sup>, C A Meza-Avenidaño<sup>3</sup> , J A Borrego-Pérez<sup>4</sup> , Víctor I Moreno-Oliva<sup>1</sup> , Edwin Román-Hernández<sup>1</sup> and Maykel Courel<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, C.P. 70760, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, Mexico

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa, C.P. 80010, Culiacán, Sinaloa, Mexico

<sup>3</sup> Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico

<sup>4</sup> Departamento de Materiales, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C.P. 58004, Morelia, Michoacán, Mexico

<sup>5</sup> Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, C.P. 46600, Ameca, Jalisco, Mexico

E-mail: [isaacms88@gmail.com](mailto:isaacms88@gmail.com)

Received 28 April 2020, revised 10 July 2020

Accepted for publication 10 August 2020

Published 29 September 2020



CrossMark

## Abstract

In this work, a path to overcome the highest current efficiency on SnS thin-film solar cells by the Se incorporation is presented. We carried out a theoretical study of the effect of different Se/(S + Se) compositional ratios (CRs) (from 0.0 to 1.0) on the solar cell performance. In this sense, an improvement on power conversion efficiency (PCE) by decreasing the energy band gap (theoretical Se incorporation) from 1.35 to 1.08 eV was observed. All electrical output parameters (open-circuit voltage, short-circuit current density, fill factor and PCE) were increased by an augment of the CR from 0.25 to 0.75. A PCE of 10.23% was obtained for a CR of 0.75. Furthermore, a thickness optimization of the absorber was carried out, where the greatest PCE of 11.78% was obtained at 800 nm. On the other hand, a simulation at different work functions in back contact and different bulk defect density on the absorber were performed in order to achieve higher efficiencies.

Keywords: SnS solar cells, Se/(S+Se) compositional ratios, solar cell optimization, SCAPS-1D

(Some figures may appear in colour only in the online journal)

## List of symbols

$E_g$	Energy band gap (eV)	$E_c$	Conduction band energy
$\chi$	Electron affinity (eV)	CB	Conduction band
$J$	Current density ( $\text{mA cm}^{-2}$ )	VB	Valence band
$V$	Voltage (V)	$N_D$	Donor density ( $\text{cm}^{-3}$ )
PCE	Power conversion efficiency (%)	$N_A$	Acceptor density ( $\text{cm}^{-3}$ )
$J_{sc}$	Short-circuit current density ( $\text{mA cm}^{-2}$ )	$\epsilon_r$	Relative dielectric permittivity
$V_{oc}$	Open-circuit voltage (V)	$N_t$	Defect density ( $\text{cm}^{-3}$ )
FF	Fill factor (%)	$\alpha$	Absorption coefficient ( $\text{cm}^{-1}$ )
		CR	Compositional ratio
		$d$	Thickness (nm)
		$\mu_n$	Electron mobility ( $\text{cm}^2 \text{Vs}^{-1}$ )
		$\mu_p$	Hole mobility ( $\text{cm}^2 \text{Vs}^{-1}$ )

<sup>6</sup> Author to whom any correspondence should be addressed.



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2019, AÑO POR LA ERRADICACIÓN DE LA VIOLENCIA CONTRA LA MUJER"

OFICIO No. 030-DEP/2019

Asunto: Constancia

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 01 de octubre de 2019

Por medio de la presente se hace constar que el Profesor – Investigador

**DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS.**

Impartió cátedra en el curso propedéutico corto 2019, el cual comprendió del 29 de julio al 20 de septiembre del 2019, en la asignatura, semestre, carrera y carga académica que a continuación se indican:

ASIGNATURA	SEMESTRE / CARRERA	HR / SEM
Matemáticas	propedéutico / Maestría en Ciencias en Energía Solar	4.5 / Semana

Se extiende la presente para los fines legales que al interesado convenga.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*  
guiráa zanda ne guendaraca dxi

**Dr. Víctor Iván Moreno Oliva**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO**

C.f.p. Vicerrectoría Académica.- para su conocimiento.  
Jefe del Departamento de Servicios Escolares.- para su conocimiento.  
Archivo.  
\*VIMO/mlzg.

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2019, AÑO POR LA ERRADICACIÓN DE LA VIOLENCIA CONTRA LA MUJER"

OFICIO No. 092-DEP/2019

Asunto: **Constancia**

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 01 de julio de 2019

Por medio de la presente se hace constar que el Profesor – Investigador

**DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS.**

Impartió cátedra en el semestre 2018 – 2019 B, que corresponde al periodo del 04 de marzo de 2018 al 28 de junio de 2019, en la asignatura, semestre, carrera y carga académica que a continuación se indican:

ASIGNATURA	SEMESTRE / CARRERA	HR / SEM
Política energética.	4to. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Eólica y Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana
Tecnología fotovoltaica.	2do. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana

Se extiende la presente para los fines legales que al interesado convenga.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest  
guiráa zanda ne guendaracala'dxi*

  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Vicerrectoría Académica.- para su conocimiento.  
Departamento de Servicios Escolares.- m/f  
Archivo.

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec, Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050





# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

OFICIO No. 009-DEP/2020

Asunto: Constancia

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 13 de febrero de 2020

Por medio de la presente se hace constar que el Profesor – Investigador

**DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS.**

Impartió cátedra en el semestre 2019 – 2020 A, que corresponde al periodo del 01 de octubre de 2019 al 11 de febrero de 2020, en la asignatura, semestre, carrera y carga académica que a continuación se indican:

ASIGNATURA	SEMESTRE / CARRERA	HR / SEM
Radiación solar.	1er. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana
Almacenamiento de la energía.	3er. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana

Se extiende la presente para los fines legales que al interesado convenga.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*  
guiráa zanda le guendaracala' dxi

**Dr. Víctor Iván Moreno Oliva**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

C.f.p. Vicerrectoría Académica. - para su conocimiento.  
Departamento de Servicios Escolares. - m/f  
Archivo.

\*VIMO/mlzg

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec,  
Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

2021. AÑO DEL RECONOCIMIENTO AL PERSONAL DE SALUD, POR LA LUCHA CONTRA EL VIRUS SARS-CoV2. COVID-19

OFICIO No. 022-DEP/2021

Asunto: Constancia

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 17 de febrero de 2021

Por medio de la presente se hace constar que el Profesor - Investigador

**DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS.**

Impartió cátedra en el semestre 2020 - 2021 A, que corresponde al periodo del 12 de octubre de 2020 al 12 de febrero de 2021, en la asignatura, semestre, carrera y carga académica que a continuación se indican:

ASIGNATURA	SEMESTRE / CARRERA	HR / SEM
Radiación solar.	1er. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana
Almacenamiento de la energía.	3er. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana

Se extiende la presente para los fines legales que al interesado convenga.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*

*guiraa zanda te guendaracala'dxi*

**Dr. Víctor Iván Moreno Oliva**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

C.f.p. Vicerrectoría Académica. - para su conocimiento.  
Departamento de Servicios Escolares. - m/f  
Archivo.  
\*VIMO/mlzg

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec,  
Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

"2020, AÑO DE LA PLURICULTURALIDAD DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y AFROMEXICANO"

OFICIO No. 121-DEP/2020

Asunto: **Constancia**

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 04 de agosto de 2020

Por medio de la presente se hace constar que el Profesor – Investigador

## DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS.

Impartió cátedra en el semestre 2019 – 2020 B, que corresponde al periodo del 02 de marzo al 30 de junio del 2020, en la asignatura, semestre, carrera y carga académica que a continuación se indican:

ASIGNATURA	SEMESTRE / CARRERA	HR / SEM
Política energética.	4to. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Eólica.	5 / Semana
Tecnología fotovoltaica.	2do. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana
Innovación y transferencia tecnológica.	4to. Semestre / Maestría en Ciencias en Energía Solar.	5 / Semana

Se extiende la presente para los fines legales que al interesado convenga.

### A T E N T A M E N T E.

*voluntas tatum potest*  
guiráa zanda ne guëndaraçala'dxi

**Dr. Víctor Iván Moreno Oliva**  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Vicerrectoría Académica. - para su conocimiento.  
Departamento de Servicios Escolares. - m/f  
Archivo.

\*VIMO/mlzg

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec,  
Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050





# Universidad del Istmo

CAMPUS TEHUANTEPEC

Jefatura de Carrera en Ingeniería Industrial

www.unistmo.edu.mx

Santo domingo Tehuantepec, Oax., 28 de junio de 2019.  
Oficio No. 06-17-III/2019

## A QUIEN CORRESPONDA

Asunto: **Constancia de Dirección de Tesis**

Por este medio se hace constar el proceso de asesoramiento como **DIRECTOR DE TESIS**, del **DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS**, del tema de tesis "*Análisis energético y de factibilidad de un Sistema Fotovoltaico conectado a la red para el instituto de Estudios de la Energía de la Universidad del Istmo campus Tehuantepec*" desarrollado por el C. Silvia Nadxiely Vázquez López.

Sin más por el momento y para los fines que el interesado sea conveniente, me despido enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE.

*"Voluntas totum potest"*

*Guirá' zanda ne quendaracala'dxi'*

**M. C. Francisco Javier Sol Sampedro**  
Jefe de Carrera de Ingeniería Industrial

JEFATURA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

- Archivo



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

OFICIO No. 113-DEP/2020

Asunto: Asignación de Director de Tesis

Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 03 de marzo de 2020

DR. ISAAC MONTOYA DE LOS SANTOS  
PROFESOR INVESTIGADOR  
UNISTMO.

Por este medio me permito informarle que se le ha designado como director de tesis de Rolando Gallegos Hernández, alumno de la Maestría en Ciencias en Energía Solar, de la Universidad del Istmo. El título previamente registrado de dicho trabajo es: "Simulación de celdas solares de películas delgadas de SnS<sub>2</sub>", y las actividades que deberá realizar bajo la dirección son:

- a) Revisar el avance del proyecto de tesis del candidato y de su desarrollo académico.
- b) Aprobar el informe de las actividades que presente el alumno.
- c) Asesorar al alumno sobre el tema de investigación y examen profesional.
- d) Guardar la confidencialidad requerida en los proyectos concertados con los diversos sectores.
- e) Las responsabilidades del director de tesis se inician con su designación y se dan por terminadas con la obtención del título por parte del candidato, salvo causas de fuerza mayor.

Para mayor referencia sírvase revisar los artículos del 8 al 14, del reglamento general de posgrado.

Sin más por el momento me despido, agradeciendo de antemano su colaboración.

A T E N T A M E N T E.  
*voluntas totum potest*  
guiráa zanda ne guendaracala'dxi

Dr. Víctor Juan Moreno Oliva  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Vicerrectoría Académica. - para su conocimiento.  
Jefe del Departamento de Servicios Escolares. - para su conocimiento  
Archivo.  
\*VIMO/mlzg

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec.  
Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/222/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 10 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis


**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
**Profesor-Investigador**  
**UNISTMO, Campus Tehuantepec**  
**PRESENTE:**

Por este medio le informo que la alumna **María de los Ángeles Ruíz Sánchez**, adscrita a la Maestría en Ciencias en Energía Solar, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **Estudio de la influencia de multidonores en la eficiencia y la estabilidad de celdas solares con perovskitas**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
*Guirá zanda ne buendaraeata dxi*

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C.f.p. Archivo



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/0226/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 10 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis

**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
**Profesor-Investigador**  
**UNISTMO, Campus Tehuantepec**  
**PRESENTE:**

Por este medio le informo que el alumno **Víctor Fidel Olmedo Olvera**, adscrito a la Maestría en Ciencias en Energía Solar, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **Análisis energético y exergético de módulo PV y módulo híbrido PVT en clima cálido y con alta velocidad del viento**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
*Guirá zanda ne gwendaracala"dxii"*

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C.f.p. Archivo





# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/230/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 22 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis

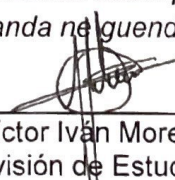
**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
**Profesor-Investigador**  
**UNISTMO, Campus Tehuantepec**  
**PRESENTE:**

Por este medio le informo que el alumno **Guillermo Urbieta Ulloa**, adscrito a la Maestría en Ciencias en Energía Solar, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **Construcción de un convertidor boost e implementación de una estrategia de control para su aplicación en energía solar**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

*Recibi original*  
*Dr. Isaac Montoya De los Santos*  
*[Signature]*

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
"Guirá zanda ne guendaracala" dxi"  
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C.f.p. Archivo

CAMPUS IXTEPEC  
CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. IXTEPEC, OAX.  
(971) 71 27050 EXT 205

CAMPUS TEHUANTEPEC  
CIUDAD UNIVERSITARIA, TEHUANTEPEC, OAX.  
(971) 52 24050 EXT 106



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/213/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 10 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis

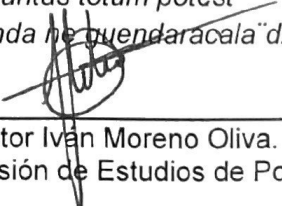
**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
**Profesor-Investigador**  
**UNISTMO, Campus Tehuantepec**  
**PRESENTE:**

Por este medio le informo que el alumno **Juan Carlos Vicente Ramírez**, adscrito a la Maestría en Ciencias en Energía Eólica, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **Análisis de las vibraciones mecánicas generadas debido al movimiento giroscópico del rotor de un aerogenerador de baja potencia**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
*Guirá zanda he guendaracala"dxí"*

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C.f.p. Archivo



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/210/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 10 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis

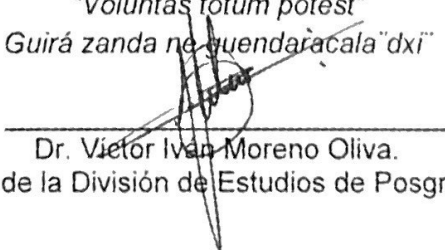
**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
Profesor-Investigador  
UNISTMO, Campus Tehuantepec  
PRESENTE:

Por este medio le informo que el alumno **Eusebio García Vásquez**, adscrito a la Maestría en Ciencias en Energía Eólica, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **El efecto del movimiento giroscópico del rotor en las deflexiones de los álabes de un aerogenerador de baja potencia**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
"Guirá zanda ne guendaracala" dxi"

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C f p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C f p. Archivo

CAMPUS IXTEPEC  
CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. IXTEPEC, OAX.  
(971) 71 27050 EXT 205

CAMPUS TEHUANTEPEC  
CIUDAD UNIVERSITARIA, TEHUANTEPEC, OAX.  
(971) 52 24050 EXT 106



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VICE-RECTORÍA ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
OF/219/DEP/UNISTMO/2019

Santo Domingo Tehuantepec, Oax. A 10 de Abril del 2019

ASUNTO: Asignación de revisor de proyecto de tesis

**Dr. Isaac Montoya de los Santos.**  
Profesor-Investigador  
UNISTMO, Campus Tehuantepec  
PRESENTE:

Por este medio le informo que el alumno **Alan Alfredo Ramírez Reyes**, adscrito a la Maestría en Ciencias en Energía Eólica, ha cumplido con el registro de su tema de tesis, que lleva por título: **Diseño mecánico de un banco de pruebas estructurales para aspas de aerogeneradores de pequeña potencia**; Por este motivo, se le hace una atenta invitación para participar como revisor-asesor de dicho proyecto, dada su experiencia en esta línea de generación y aplicación del conocimiento.

Por lo anterior pido su colaboración para emitir observaciones y/o recomendaciones de manera periódica a dicho proyecto de tesis de acuerdo a las actividades que se programen tanto en el marco de los seminarios de avance de tesis, como en aquellas en donde el alumno, solicite revisión del proyecto a través de la División de Estudios de Posgrado.

Sin más por el momento y agradeciendo su participación le envío un cordial saludo y quedo de usted.

Atentamente  
"Voluntas totum potest"  
"Guirá zanda ne quendaracafa dxi"

  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva.  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado



C.f.p. Dr. Israel Flores Sandoval. Vice-Rector Académico- Para su conocimiento  
C.f.p. Archivo



# UNIVERSIDAD DEL ISTMO

www.unistmo.edu.mx

“2020, AÑO DE LA PLURICULTURALIDAD DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y AFROMEXICANO”

Asunto: **Apoyo a proceso de admisión 2020**  
Santo Domingo Tehuantepec, Oax.; a 31 de julio de 2020

**DR. ISRAEL FLORES SANDOVAL**  
**VICE-RECTOR ACADÉMICO**  
**UNIVERSIDAD DEL ISTMO**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que los profesores miembros de la plantilla de la División de Estudios de Posgrado, apoyaron en el proceso de admisión a los aspirantes de los programas de la Maestría en Ciencias en Energía Eólica y Maestría en Ciencias en Energía Solar realizando actividades de actualización de examen de admisión, aplicación del examen y entrevista a los aspirantes de nuevo ingreso, para el ciclo escolar 2020-2022, que se llevó a cabo en las fechas especificadas por la convocatoria de ingreso al posgrado.

Agradeciendo su amable atención, reciba un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E.**

*voluntas totum potest*  
guiráa zanda ne guendaracala'dxi

**Dr. Víctor Iván Moreno Oliva**  
**Jefe de la División de Estudios de Posgrado**



C.f.p. Departamento de Servicios Escolares, para su conocimiento  
C.f.p. Dr. Reynaldo Iracheta Cortez. M/f.  
C.f.p. Dr. Eduardo Campos Mercado. M/f.  
C.f.p. Dr. Ociel Flores Díaz. M/f.  
C.f.p. Dr. Hugo Jorge Cortina Marrero. M/f.  
C.f.p. Dra. Lilliana Hechavarría Difur. M/f.  
C.f.p. M.D.M. José Rafael Dorrego Portela. M/f.  
C.f.p. Dr. Edwin Román Hernández. M/f.  
C.f.p. Dr. Isaac Montoya De Los Santos. M/f.  
C.f.p. M.C. Efraín Dueñas Reyes. M/f.  
C.f.p. Archivo.  
\*VIMO/mlzg.

Campus Tehuantepec  
Cd. Universitaria, Sto. Domingo  
Tehuantepec, Oax.  
(971) 5224050

Campus Ixtepec  
Cd. Universitaria, Cd. Ixtepec,  
Oax.  
(971) 7127050

Campus Juchitán  
Cd. Universitaria, H. Cd. de  
Juchitán de Zaragoza, Oax.  
(971) 712 7050



Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, 27 de Julio de 2019

**ASUNTO:** ASIGNACIÓN COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Israel Flores Sandoval  
Vice-rector Académico  
Universidad del Istmo  
**PRESENTE**

Me permito distraer sus finas atenciones para notificarle que el proyecto con número de solicitud **299149**, titulada "**Tercer Congreso Internacional en Energías Renovables**" fue autorizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), en el marco de la Convocatoria de Apoyo para Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación. Adjunto a este oficio anexo el documento probatorio.

Como parte de las actividades que se llevarán a cabo para la correcta y exitosa ejecución del proyecto, tengo a bien presentar ante Ud. al personal académico que apoyará en las actividades de organización antes y durante el Congreso, que se llevará a cabo en Huatulco, Oaxaca, del 13 al 15 de Noviembre de 2019.

Dra. Liliana Hechavarría Difur  
Dr. Víctor Iván Moreno Oliva  
Dr. Hugo Jorge Cortina Marrero  
Dr. Eduardo Campos Mercado  
Dr. Reynaldo Iracheta Cortez  
M.D.M José Rafael Dorrego Portela  
Dr. Ociel Flores Díaz  
Dr. Isaac Montoya De Los Santos  
Lic. Martha Patricia Luna González  
M.C. Omar Nieva García  
M.C. Efraín Dueñas Reyes

Atentamente



Dr. Edwin Román Hernández  
Responsable Técnico

c.c.p. Interesados.- Para su conocimiento