



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

5.9 CASOS DE ÉXITO 2020

COORDINACIÓN DE ASTROFÍSICA

Proyecto: "Censos Panorámicos profundos del cielo A 1.1/1.4/2.1mm con la nueva Cámara Polarimétrica TolTEC"

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Astrofísica

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Monto: 3,150,000 CONACYT Fronteras de la Ciencia

Línea de Investigación que atiende: Formación y evolución de galaxias

Zona de Influencia: Nacional e Internacional

Objetivo: Diseñar cartografía milimétrica multicolor que nos permita entender los mecanismos que generan la función inicial de masas a escala galáctica, cuánta formación estelar se encuentra oscurecida por nubes de gas y polvo en galaxias y cómo éstas se fueron enriqueciendo de metales a lo largo de la historia del Universo, además del rol de la estructura a gran escala del Universo en estos mecanismos.

Descripción:

TolTEC es una cámara de imagen de nueva generación para el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano ensamblada en la Universidad de Massachusetts, fruto





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

de una colaboración en la que participan 7 instituciones de EUA, México y Gran Bretaña, incluyendo el INAOE. La *National Science Foundation* aprobó la propuesta de construcción y operación de TolTEC en 2016, empezando formalmente la fase de diseño preliminar en julio de 2016. Se planea llevar la cámara a pruebas de ingeniería en telescopio y campaña científica en 2021, tan pronto la emergencia sanitaria de COVID-19 lo permita. Se empezará la toma de datos científicos de gran calado inmediatamente después. La financiación estadounidense de 6M-dólar cubre la construcción de la cámara (2016-2021) y la operación del equipo estadounidense para definir, planear, observar y realizar la explotación científica de 4 censos de legado en 2019-2021: (1) extragaláctico panorámico; (2) extragaláctico ultra-profundo; (3) galáctico panorámico ("nubes a núcleos"); y (4) galáctico ultra-profundo ("campos a filamentos"). Estos censos tomarán unas 100 horas de observación cada uno, repartidas en dos años.

Itziar Aretxaga, directora científica del grupo internacional de TolTEC, que abarca más de 300 investigadores repartidos por todo el mundo, encabeza la propuesta FDC-2016-1848 para articular al equipo mexicano y sus contribuciones dentro del equipo científico y grupos de trabajo en la definición de los censos.

La planeación detallada de los censos (áreas, extensión, profundidad, estrategia de barrido, proceso de extracción de señal, datoductos de reducción y análisis) debían definirse y probarse en detalle para garantizar llegar a la sensibilidad que nos permita responder las preguntas científicas de frontera que nos hemos planteado. Este es el objetivo principal de esta propuesta CONACYT Fronteras de la Ciencia.

El diseño de los censos se finalizó en febrero de 2019, cuando el *Science Governing Board* de TolTEC aprobó los planes elaborados por los 4 grupos de trabajo asociados a los cuatro censos. Los datoductos se encuentran en desarrollo avanzado. Los proyectos de afinación de ingeniería que realicen pruebas sobre la viabilidad de los proyectos de legado diseñados, también está revisados y aprobados listos para ejecutarse en telescopio.

El logro más importante en ese sentido es la adquisición del equipo de cómputo para integrar el corazón del cluster de reducción de datos de TolTEC, Mextli. Se adquirió, instaló y configuró un sistema consistente de 4 nodos de procesamiento con capacidad de 10.3TFlops, 1TB en memoria RAM (256 GB por nodo), almacenamiento volátil de 5.6Tb. Adicionalmente se instaló un sistema de almacenamiento de alta capacidad con un espacio crudo de 240TB configurado

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

en modo RAID 60. Se ha enlazado al laboratorio de supercómputo del INAOE para aprovechar su equipo de refrigerado y servidores que nos permiten enlazarnos a otros equipos por internet 2. Este equipo se utiliza para desarrollar y probar los sistemas de reducción y análisis de las primeras horas de los censos público de TolTEC, y deberá ser expandido para poder acometer el análisis de los censos en extenso.

Se contrató a un postdoc, Dr. Javier Zaragoza, como integrante del equipo de desarrollo de software de reducción de datos Ciltali y del equipo científico extragaláctico para TolTEC. Posteriormente, el Dr. Zaragoza ganó una cátedra Conacyt para desarrollar ésta y otra ciencia propia, y el equipo mexicano de apoyo para la optimización de Mextli se ha integrado a estudiantes de licenciatura en vez de contratar otro postdoc por un tiempo corto. El equipo de software trabajó en Ciltali, el código de uso general de TolTEC que trabaja sobre técnicas de *Principal Component Analysis*, y en el desarrollo experimental AzTICA (Rodríguez-Montoya et al. 2018), que trabaja sobre *Independent Component Analysis*, y en su aplicación sobre imágenes extendidas de galaxias. El resultado más sobresaliente es que el código AzTICA puede aislar el fondo de confusión de galaxias en campos blancos. Además se están probando en la actualidad otros códigos basados en redes neuronales con una estudiante de licenciatura que ha comenzado su maestría en Ciencias Computacionales.

Con apoyo directo de este proyecto se han desarrollado como ciencia TolTEC 3 tesis de maestría del INAOE, 1 de licenciatura UDLA, y se encuentran en desarrollo 3 tesis de doctorado INAOE y una de licenciatura BUAP. Además se han formado en el proyecto otros 4 estudiantes de licenciatura más, que han realizado optimización de Mextli y pruebas de datoductos que utilizan apredizaje máquina. Durante el periodo del proyecto se han completado, además dos tesis de doctorado adicionales, con incidencia en la ciencia de TolTEC, aunque no completamente enfocadas en ella.

Se han realizado estudios de viabilidad con datos adquiridos por el telescopio GTM y otros telescopios similares sobre galaxias submilimétricas y su seguimiento, como proyectos piloto de TolTEC, así como directamente de TolTEC sobre sus censos programados o su datoducto en las siguientes publicaciones:

Arbitradas de investigación

1. Zaragoza-Cardiel, Javier; Fritz, Jacopo; Aretxaga, Itziar; Mayya, Yalia D.; Rosa-González, Daniel; Beckman, John E.; Bruzual, Gustavo; Charlot,

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Stephane, 2020, MNRAS, 499, 1172: A quantitative demonstration that stellar feedback locally regulates galaxy growth

2. Rodríguez-Puebla, A.; Avila-Reese, V.; Cano-Díaz, M.; Faber, S. M.; Primack, J. R.; Franco, J.; Aretxaga, I.; Santiago-Mayoral, E., 2020, ApJ, 905, 171: The star-forming main sequence and the contribution of dust-obscured star formation since $z=4$ from the FUV+IR luminosity functions

3. Greenslade, J.; Aguilar, E.; Clements, D. L.; Dannerbauer, H.; Cheng, T.; Petitpas, G.; Yang, C.; Messias, H.; et al., 2019, MNRAS, 490,5317: A SCUBA-2 selected Herschel-SPIRE dropout and the nature of this population

4. Zaragoza-Cardiel, Javier; Fritz, Jacopo; Aretxaga, Itziar; Mayya, Divakara; Rosa-González, Daniel; Beckman, John E.; Bruzual, Gustavo; Charlot, Stephane; Lomelí-Núñez, Luis, 2019, MNRAS, 487,61: Detection of the self-regulation of star formation in galaxy discs

5. Hansung B. Gim, Min S. Yun, Frazer N. Owen, Emmanuel Momjian, Neal A. Miller, Mauro Giavalisco, Grant Wilson, James D. Lowenthal, Itziar Aretxaga et al., 2019, ApJ, 875, 80:

Nature of Faint Radio Sources in GOODS-North and GOODS-South Fields – I. Spectral Index and Radio-FIR Correlation

6. Hatsukade, Bunyo; Kohno, Kotaro; Yamaguchi, Yuki; Umehata, Hideki; Ao, Yiping; Aretxaga, Itziar; Caputi, Karina I.; Dunlop, James S. et al. 2018, PASJ, 70, 105:

ALMA twenty-six arcmin² survey of GOODS-S at one millimeter (ASAGAO): Source catalog and number counts

7. Takekoshi, Tatsuya; Minamidani, Tetsuhiro; Komugi, Shinya; Kohno, Kotaro; Tosaki, Tomoka; Sorai, Kazuo; Muller, Erik; Mizuno, Norikazu; et al. 2018, ApJ, 867, 117:

The Dust-selected Molecular Clouds in the Northeast Region of the Small Magellanic Cloud

8. Zeballos M., Aretxaga I., Hughes D.H., Humphrey A., Wilson G.W., Austermann J. et al., 2018, MNRAS, 479, 4577: AzTEC 1.1 mm observations of high-z protocluster environments: SMG overdensities and misalignment between AGN jets and SMG distribution

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

9. Jin, S., Daddi, E., Liu, D., Smolcic, V., Schinnerer, E., Calabro, A., Gu, Q. et al., 2018, ApJ 864, 56: "Super-deblended" Dust Emission in Galaxies. II. Far-IR to (Sub)millimeter Photometry and High-redshift Galaxy Candidates in the Full COSMOS Field"
10. Zavala, J. A., Aretxaga, I., Dunlop, J. S., Michalowski, M. J., Hughes, D. H., Bourne, N., et al., 2018, MNRAS 475, 5585: The SCUBA-2 Cosmology Legacy Survey: The EGS deep field – II. Morphological transformation and multiwavelength properties of faint submillimetre galaxies
11. Gobat, R., Daddi, E., Magdis, G., Bournaud, F., Sargent, M., Martig, M. et al. 2018, Nature Astronomy, 2, 239: The unexpectedly large dust and gas content of quiescent galaxies at $z > 1.4$
12. Rodríguez-Montoya, I., Sánchez-Arguelles, D., Aretxaga, I., Bertone, E., Chávez-Dagostino, M., Hughes, D. H., et al. 2018, ApJS, 235, 12: Multiple-component Decomposition from Millimeter Single-channel Data
13. Zavala, J. A., Montaña, A., Hughes, D. H., Yun, M. S., Ivison, R. J., Valiante, E. et al., 2018, Nature Astronomy, 2, 56: A dusty star-forming galaxy at $z = 6$ revealed by strong gravitational lensing
14. Ueda, Y., Hatsukade, B., Kohno, K., Yamaguchi, Y., Tamura, Y., Umehata, H., et al., 2018, ApJ, 853, 24: ALMA 26 arcmin² Survey of GOODS-S at One-millimeter (ASAGAO): X-Ray AGN Properties of Millimeter-selected Galaxies
15. Jiménez-Andrade, E. F.; Zavala, J. A.; Magnelli, B.; Casey, C. M.; Liu, D.; Romano-Díaz, E.; Schinnerer, E.; Harrington, K.; Aretxaga, I.; Karim, A.; Staguhn, J.; Burnham, A. D.; et al. 2020, ApJ, 890, 171: The redshift and star formation mode of AzTEC2: a pair of massive galaxies at $z=4.63$
16. Tadaki, Ken-ichi; Iono, Daisuke; Yun, Min S.; Aretxaga, Itziar; Hatsukade, Bunyo; Lee, Minju M.; Michiyama, Tomonari; Nakanishi, Kouichiro; Saito, Toshiki; Ueda, Junko; Umehata, Hideki; 2020, ApJ, 889, 141: A non-corotating gas component in an extreme starburst at $z=4.3$
17. Lee, Minju M.; Tanaka, Ichi; Kawabe, Ryohei; Aretxaga, Itziar; Hatsukade, Bunyo; Izumi, Takuma; Kajisawa, Masaru; Kodama, Tadayuki; et al., 2019, ApJ, 883,92: A Radio-to-millimeter Census of Star-forming Galaxies in Protocluster 4C 23.56 at $z = 2.5$: Global and Local Gas Kinematics

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

18. Sharda, Piyush; da Cunha, Elisabete; Federrath, Christoph; Wisnioski, Emily; di Teodoro, Enrico; Tadaki, Ken-ichi; Yun, Min; Aretxaga, Itziar; Kawabe, Ryohei, 2019, MNRAS, 487,4305: Testing Star Formation Laws on Spatially Resolved Regions in a $z \sim 4.3$ Starburst Galaxy
19. Tadaki, K., Iono, D., Yun, M. S., Aretxaga, I., Hatsukade, B., Hughes, D. H. et al., 2018, Nature, 560, 613: The gravitationally unstable gas disk of a starburst galaxy 12 billion years ago
20. Sayers, Jack; Montaña, Alfredo; Mroczkowski, Tony et al. 2019, ApJ, 880, 45: Imaging the Thermal and Kinematic Sunyaev-Zel'dovich Effect Signals in a Sample of 10 Massive Galaxy Clusters: Constraints on Internal Velocity Structures and Bulk Velocities

No arbitradas de investigación

21. Wilson, Grant W.; Abi-Saad, Sophia; Ade, Peter; Aretxaga, Itziar; et al. 2020, SPIE, Volume 11453, id. 1145302 20 pp: The TolTEC camera: an overview of the instrument and in-lab testing results
22. Hughes, David H.; Schloerb, F. Peter; Aretxaga, Itziar; Castillo-Domínguez, Edgar; Chávez Dagostino, Miguel et al. Proceedings of the SPIE, Volume 11445, id. 1144522 22 pp. (2020): The Large Millimeter Telescope (LMT) Alfonso Serrano: current status and telescope performance
23. Ma, Zhiyuan; McCrackan, Michael; DeNigris, N. S.; Souccar, Kamal; et al. 2020, SPIE, 11452E.. 20M: The TolTEC data analysis pipeline and software stack
24. Montaña, A.; Chávez Dagostino, M.; Aretxaga, I.; Novak, G.; Pope, A.; Wilson, G.; TolTEC Team, Memorie della Societa Astronomica Italiana, v.90, p.632 (2019): TolTEC: unveiling the hidden universe.
25. Bryan, Sean; Austermann, Jason; Ferrusca, Daniel; Mauskopf, Philip; McMahon, Jeff; Montaña, Alfredo; Simon, Sara; Novak, Giles; Sánchez-Argüelles, David; Wilson, Grant, 2018, SPIE, Volume 10708, id. 107080J 8 pp: Optical design of the TolTEC millimeter-wave camera

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Divulgación:

26. Aretxaga I., 2020, Blog Noche de las Estrellas: El campo profundo del Hubble
27. Hilo Twitter: 2020/2/10 ¿qué provoca la extrema virulencia de formación estelar de AzTEC1? (on arXiv:2001.04638 by Tadaki et al, ApJ)
28. Hilo Twitter: 2020/1/28 ¿Qué es AzTEC2, el astro brillante en ondas milimétricas pero invisible en el óptico, sin distancia conocida desde su descubrimiento hace 15 años? (on arXiv:2001.06997 by Jiménez-Andrade et al., 2020, ApJ)
29. Hilo Twitter 2019/12/25 ¿cómo (no) reconocemos las galaxias más masivas y distantes del Universo (on arXiv.1910.03512 by Greenslade et al. 2019, MNRAS)
30. Hilo Twitter 2019/10/1 ¿cómo se forman los protocúmulos de galaxias" (on arXiv.1909.02028 by Lee et al. 2019, ApJ)
31. Hilo Twitter 2019/6/26 ¿Pueden las estrellas regular la formación de generaciones futuras de estrellas? (on arXiv.1906.01641 by Zaragoza-Cardiel et al. 2019, MNRAS)
32. Hilo Twitter 2019/6/12 Ley de formación estelar en AzTEC1 (on arXiv.1906.01173 by Sharda et al. 2019, ApJ)
33. Hilo Twitter 2019/3/21 Emisión radio de galaxias con formación estelar a grandes distancias (on arXiv.1903.07632 by Gim et al. 2019, ApJ)
34. Hilo Twitter 2018/11. Protocúmulos de galaxias submilimétricas (on arXiv1806.10291 by Zeballos et al. 2018, MNRAS)

Así mismo, los integrantes del equipo de trabajo (27 doctores en distintos estados de su carrera y 5 estudiantes de posgrado directamente asociados) han impartido un número grande de conferencias en simposios y otros centros de investigación para promocionar la ciencia de TolTEC.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx



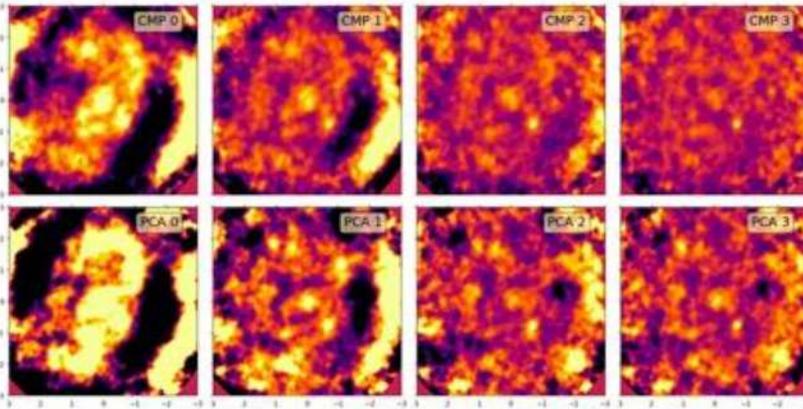


INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

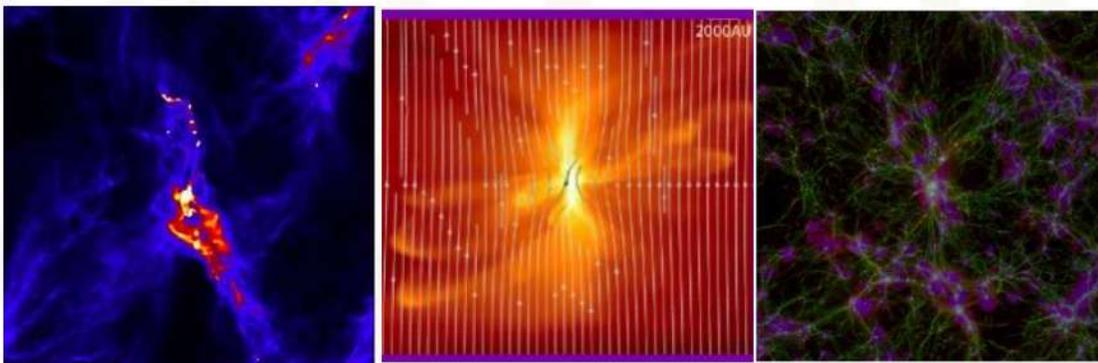
Cluster de procesamiento de datos para TolTEC.



Test de reducción de datos: Macana con Mextli



Simulaciones de los censos de legado de TolTEC.



PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

COORDINACIÓN DE ÓPTICA

Proyecto: "Biosensor plasmónico para la detección del virus SARS CoV 2"

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Óptica

Empresa: INAOE e Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología UNAM) y Universidad de Florida.

Monto: \$2,450,394.00

Línea de Investigación que atiende: Ciencias e Ingeniería Optoelectrónica

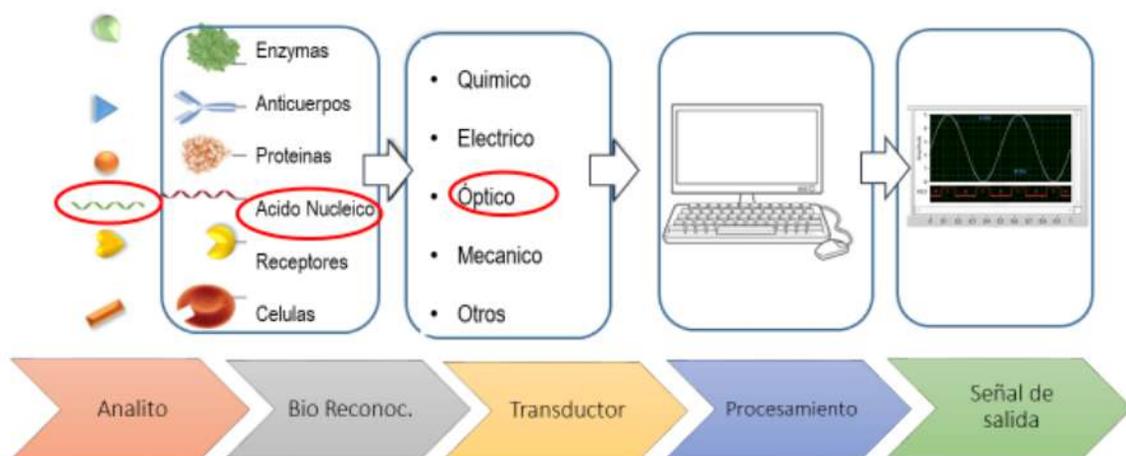
Zona de Influencia: Hospitales.

Objetivo: Fabricación de un prototipo de un biosensor plasmónico para la detección con alta especificidad del virus SARS CoV-2

Descripción: Desarrollar el prototipo de un biosensor óptico basado en el efecto de Resonancia de Plasmón Localizado en la Superficie (LSPR), Un biosensor flexible y altamente sensible. Están en elaboración un par de artículos y al menos 2 estudiantes de doctorado y 3 de maestría.



Componentes de biosensor



Essays in Biochemistry (2016) 60:91–100
DOI: 10.1142/EBC20150010

5

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

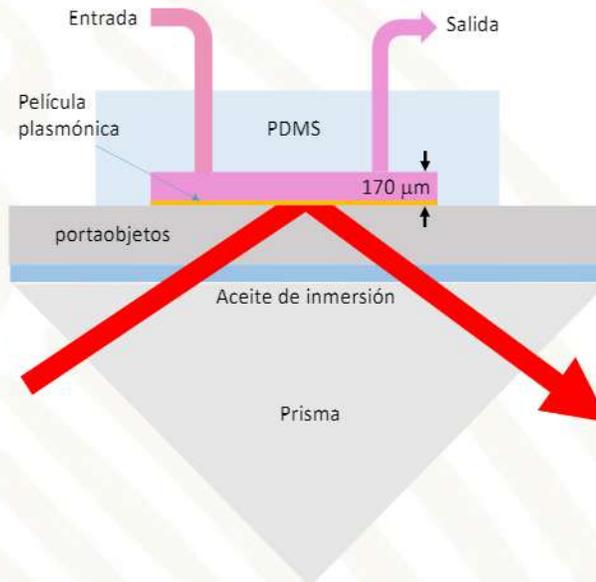
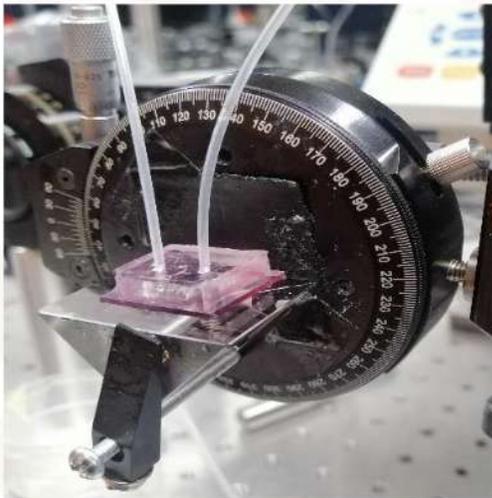
Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoe.mx www.inaoe.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Name of the Oligonucleotide	Target Sequence	Molecular weight (g/mol)	Length (bases)	Melting temperature (NN method, °C)
RdRp-COVID	5'-CAGGT GGAAC CTCAT CAGGA GATGC-3'	7716	25	59.5
RdRp-SARS	5'-C CAGGT GGAAC <u>ATCAT CCGGT</u> GATGC-3'	7996.2	26	61
ORF1ab-COVID	5'-CCGTC TCGG TATGT GGAAA GGTTA TGG-3'	8715.6	28	61.8
E	5'-ACAC TAGCC ATCCT TACTG CGCTT CG-3'	7842.1	26	63



PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





Metas



Funcionalidad

Elaboración de protocolos



- Funcionalización óptima de chip

- Interacción óptima de analito con el chip





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

COORDINACIÓN DE ELECTRÓNICA

Proyecto: "Photocatalytic TiO₂ coatings on protective screens for efficient SARS-Cov-2 inactivation (2020 IEEE HAC & SIGHT Projects - Response to COVID-19)".

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Electrónica, Laboratorio de Microelectrónica.

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Monto: \$5,000 USD (aproximadamente \$100,000. MXN)

Línea de Investigación que atiende: Investigación y Desarrollo de máscaras para aniquilar o disminuir el efecto del virus SARS-COV2.

Zona de Influencia: Sector Médico y para todo tipo de personas.

Objetivo:

By using low power and safe UV-A light emitter diode arrays (emitting UV light between 390-400 nm) along with TiO₂-based coatings on large area folding screens, we could provide protective barriers between the medical staff and Covid-19 patients at local hospitals. These barriers are able to isolate and contain the SARS-Cov-2 virus adsorbed on their surfaces while the photocatalytic coating has high potential to inactivate the virus continuously as long as the irradiation source (UV-A) is applied.

Particular objectives

Descripción:

With the implementation of photocatalytic surfaces on large area folding screens installed at rooms of a local hospital attending Covid-19 patients, we hope to (1) minimize the random spread of clouds of microdroplets of coronavirus expelled by infected patients, (2) help to reduce the infection rates of medical personnel attending these patients and (3) help to accelerate the recovery rate of patients by preventing reinfection. In general, these protective screens will provide a safe place where a patient could cough, talk, or interact with nurses and medical doctors while also serving as a physical barrier against the spread of coronaviruses by inactivating the virions of SARS-Cov-2 adsorbed on its surface. All these issues could be measured by monitoring the infection of medical personnel and the recovery rates of patients where these coated screens could be installed and then compared to other rooms with the same number of

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

personnel/patients but without the screens, all in a mid-term period (2-4 months). Since this dual technology (TiO₂+UV) could be easily implemented on appropriately designed screens (hermetically sealed for higher protection), there is a high potential for replication everywhere while the scaling up to higher areas could also be easily facilitated by the spray-coating deposition technique.

Productos derivados del proyecto

- a. 1 sistema robusto de depósito de recubrimientos de películas con alta eficiencia fotocatalítica, alta uniformidad, gran área, bajo costo, capaz de depositarse sobre varias superficies y con duración de hasta 12 meses en condiciones ambientales.
- b. 7 paneles de protección de gran área (2x2 m²) tipo biombos plegables, móviles para fácil transporte, herméticamente sellados para bloqueo de nubes de micro-gotas de SARS-Cov-2 y completamente recubiertos con película fotocatalítica para protección del personal médico y pacientes contagiados por Covid-19 en el IMSS.
- c. 250 caretas plásticas de protección recubiertas con película fotocatalítica, donadas a varias instituciones nacionales (ISSSTE, varios conventos religiosos de CDMX, Puebla y Jalisco, TV Azteca Puebla, Vigilancia INAOE)

Resultados, impactos o beneficios (más allá de la producción científica como artículos y patentes, considerar la contribución al desarrollo científico, a la localidad, a la investigación, etc.)

- a. Con la entrega y despliegue de 7 paneles fotocatalíticos dentro del área para pacientes de Covid-19 en el IMSS, se pudo obtener una reducción de un promedio de 25 días a tan solo 20 días de hospitalización para el grupo de pacientes que tuvieron estos paneles a su lado. Lo anterior fue comprobado con un grupo de control que no tuvieron estas estructuras pero que estuvo hospitalizado en la misma área, al mismo tiempo. De manera preliminar, se han manejado 123 pacientes en un periodo de 2 meses (18 de Diciembre 2020 a 18 de Febrero 2021). Esto demuestra el beneficio directo de este proyecto para pacientes hospitalizados de Covid-19 en los hospitales públicos de México.
- b. Se han recubierto 500 caretas plásticas con esta película fotocatalítica capaz de inactivar al virus SARS-Cov-2, de las cuales, 250 ya se han entregado en donación a varias instituciones nacionales para la protección de su personal operativo que está en contacto con muchas personas al día. Esto puede ayudar a minimizar el riesgo de exposición a grandes

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

concentraciones del virus SARS-Cov-2 que, al estar adherido sobre una superficie plástica simple, puede quedar activo para la infección hasta por 7 días en condiciones ambientales. Dada la actual campaña masiva de vacunación contra Covid-19, creemos que el escalamiento de este resultado a nivel nacional o regional, podría ayudar enormemente a la sociedad.

- c. Se ha optimizado un proceso de depósito de película fotocatalítica sobre varias superficies que es capaz de inactivar diversos microorganismos patógenos (bacterias, hongos, virus) con la simple absorción de luz solar y que genera una película autolimpiable. Esto ha generado nueva infraestructura de depósito de películas delgadas en el Laboratorio de Microelectrónica de INAOE que ayudará a aumentar las líneas de investigación para el desarrollo de recubrimientos multi-funcionales de alta calidad y de bajo costo para aplicaciones en salud y energía.
- d. Dada la multidisciplinariedad de este proyecto, se han consolidado redes de colaboración entre laboratorios internos de INAOE así como con instituciones académicas y empresas nacionales e internacionales. Este proyecto ha podido integrar laboratorios de microelectrónica, nanoelectrónica, óptica, electrofotónica, microscopía electrónica y de microbiología del INAOE, así como universidades públicas y privadas de la región y algunas instituciones académicas del extranjero.
- e. Se ha consolidado una línea de investigación importante para el área biomédica en México, al desarrollar nanotecnología que puede aplicarse a muy bajo costo en forma de estos recubrimientos fotocatalíticos sobre varias superficies y que tiene la capacidad de inactivar diversos microorganismos patógenos ya conocidos y emergentes como el virus SARS-Cov-2 e incluso, algunos patógenos altamente resistentes a fármacos potentes. Este es el caso de varios hospitales en México, en donde han detectado la presencia de patógenos resistentes en varias áreas donde se encuentran sus pacientes y que han generado un tratamiento médico muy caro pero el riesgo de muerte por estos microorganismos resistentes, continúa latente.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



Primeros recubrimientos fotocatalíticos sobre superficies de acrílico desarrollados en INAOE. Múltiples pruebas de optimización y caracterización se realizan sobre áreas pequeñas para después escalar hacia áreas más grandes.



Proceso de escalamiento de recubrimientos fotocatalíticos a áreas más grandes, manteniendo uniformidad, adherencia, etc., pero, sobre todo, una alta eficiencia fotocatalítica.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



A diferencia del plástico de las caretas convencionales, los cuales pueden tener activo al virus SARS-Cov-2 por hasta 7 días, el recubrimiento fotocatalítico sobre ellas lo inactiva constantemente aún en condiciones de oscuridad, minimizando la exposición a contagios.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



Paneles de gran área tipo biombo, el cual es plegable, herméticamente sellado en los bordes, de fácil transporte y de gran área que lleva un recubrimiento fotocatalítico para asegurar 1) contención de las nubes de microgotas de coronavirus e 2) inactivación constante del virus SARS-Cov-2 adherido sobre sus superficies.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



Donación de 7 paneles fotocatalíticos a la sección de Covid19 del hospital IMSS La Margarita en Puebla.



Donación de caretas fotocatalíticas a personal del ISSSTE de Puebla durante la campaña de vacunación realizada en INAOE.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



Explicación de las propiedades del material fotocatalítico depositado sobre las caretas donadas a personal del ISSSTE en Puebla.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA



Procedimiento de depósito de película fotocatalítica de alta calidad sobre superficies de acrílico de área grande por el método de *spray-coating* que ha sido optimizado para producir películas de alta calidad y muy bajo costo.



PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

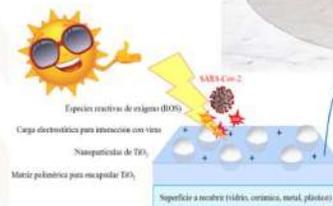
Procedimiento de curado con energía infrarroja de las películas depositadas para generar una mejor adherencia, evaporación de solventes y uniformidad en distribución de las nanopartículas de óxidos metálicos sobre una capa polimérica inicial.

10. Información extra que consideren relevante

Dados los buenos resultados obtenidos hasta ahora, queremos impulsar el acceso a caretas de protección personal con recubrimiento fotocatalítico al menor costo posible con la intención de que muchos usuarios, puedan usarla y protegerse adecuadamente. Para ello, requerimos de financiamiento institucional, estatal, federal o privado y así, apoyarnos entre todos a superar esta crisis sanitaria. Esto es importante si se considera que la campaña masiva de vacunación, podría provocar la generación de variantes altamente contagiosas y peligrosas para las que estas mismas vacunas no sean efectivas. Lo anterior, se complica si se considera que, en las siguientes semanas, muchos centros de trabajo, escuelas, oficinas de gobierno, etc., también iniciarán labores presenciales y para los cuales, todavía existe una mayoría de la población que no ha sido vacunada.

Caretas con recubrimiento fotocatalítico anti-Covid19

20210301
INAOE



- ✓ Recubrimiento de bajo costo y alta eficiencia fotocatalítica
- ✓ No requieren de limpieza sobre la superficie recubierta
- ✓ Acción fotocatalítica y catalítica las 24 horas del día
- ✓ Duración estimada de 4 meses
- ✓ Materiales biocompatibles y seguros para el ser humano

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

CIENCIAS COMPUTACIONALES

Proyecto: “Diagnóstico Rápido de Covid-19 mediante imágenes de tórax”.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Ciencias Computacionales

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Monto: \$772,000.00 pesos por parte de CONACYT y \$100,000 pesos por parte de la Alianza en Inteligencia Artificial

Línea de Investigación que atiende: Inteligencia Artificial

Zona de Influencia: Hospitales y Unidades Médicas.

Objetivo:

Realizar diagnóstico rápido de Covid-19 a partir de imágenes de rayos X o de tomografías computarizadas de tórax.

Los objetivos específicos fueron:

- 1) Recomendación de diagnóstico y seguimiento de Covid-19 a partir de imágenes de rayos-X (radiografía de tórax).
- 2) Recomendación de diagnóstico y seguimiento de Covid-19 a partir de imágenes de tomografías computarizadas.
- 3) Aplicación en la nube para acceder al sistema de diagnóstico desde cualquier navegador en donde se pueden ingresar datos e imágenes de pacientes y obtener un diagnóstico.
- 4) Base de datos con información de pacientes que se puede usar para consultar y dar seguimiento a pacientes.
- 5) Documentación y difusión del desarrollo.

Descripción:

Se desarrollaron sistemas de diagnóstico de Covid-19 con resultados muy competitivos con respecto a lo reportado en la literatura.





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

El sistema que se desarrolló puede ser accesado por internet desde cualquier navegador y también por correo electrónico, lo que permite su uso masivo para muchos centros de salud.

Se desarrolló un sistema que puede diagnosticar hasta 15 afecciones pulmonares con resultados parecidos a expertos humanos. Este desarrollo puede ser de utilidad médica en general, no sólo para la actual pandemia.

Los desarrollos se probaron con información de pacientes en México. Se está afinando el sistema para que pueda ser usado en hospitales del país.

Se establecieron contactos y colaboraciones entre CPIs, como el INAOE y el CIMAT, e instituciones de salud, como el IMSS y el INER.

SISTEMA PARA LA DETECCIÓN PRELIMINAR DE COVID-19 A PARTIR DE IMÁGENES DE TÓRAX DE RAYOS-X



El sistema de diagnóstico rápido para la predicción de neumonía por COVID-19 a partir de imágenes de tórax de Rayos X, está basado en técnicas de inteligencia artificial y visión computacional y sirve de apoyo al personal médico en el tamizaje y diagnóstico de casos sospechosos de COVID-19 de una forma rápida y de bajo costo.

Es una herramienta de apoyo en el diagnóstico para mejorar la toma de decisiones en la atención de pacientes; diagnóstico que por medio de la prueba PCR es lento y costoso.

No obstante, el médico tiene la última palabra sobre el diagnóstico de los pacientes.

El sistema está disponible a través de una aplicación Web sólo para médicos que deben registrarse para solicitar acceso al sistema.

<http://cvd-fronted-production.surge.sh>



CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

- Diagnóstico de COVID-19 a partir de imágenes de Rayos X.
- Almacenamiento de datos de los pacientes.
- Registro de la sintomatología asociada a COVID-19.
- Visualización de imágenes

DIAGNÓSTICO DE COVID-19

Mediante técnicas de Inteligencia Artificial, se realiza un análisis automático de imágenes de Rayos-X de tórax (AP) para proporcionar un diagnóstico rápido de COVID o NO COVID.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE IMÁGENES

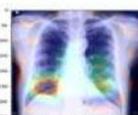
El método de análisis ha sido evaluado extensamente con imágenes en las que se presentan diferentes condiciones: normal, neumonías bacteriana, viral, fúngica y COVID, alcanzando una precisión global de 99.69%.

	Positivos	Negativos
COVID	85	2
NO-COVID	6	2524

Tabla 1. 1 Resumen de resultados de la evolución del sistema en la predicción de imágenes con COVID y NO-COVID.
* NO-COVID agrupa los tipos: normal, bacteriana, viral y fúngica.



Imagen original



Mapa de calor



Se anexan fotos de un tríptico promocional que se hizo, la interface del sistema en Internet e información de algunas de las pláticas que se impartieron para difundir el sistema.

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

COVID-19 Predictor

cvd-frontend-production.surge.sh

Sistema para la detección de COVID-19 a partir de Imágenes de Tórax de Rayos-X MATERIAL ESTADÍSTICAS REGISTRARSE

Esta aplicación estima la probabilidad de COVID-19 a partir de imágenes de tórax de Rayos-X basado en algoritmos de aprendizaje de máquina.

Esta es una herramienta de APOYO exclusivamente para uso de personal médico para el tamizaje de COVID-19. Sólo un especialista podrá determinar el diagnóstico definitivo.

El sistema acepta imágenes de Radiografías de TÓRAX simple en vista posteroanterior (PA) en formato jpg, jpeg y DICOM

Iniciar sesión

Usuario *

Contraseña *

ENTRAR



COVID-19 Predictor

cvd-frontend-production.surge.sh/main

Sistema para la detección de COVID-19 a partir de Imágenes de Tórax de Rayos-X

SINTOMATOLOGÍA IMÁGENES

Unidad Médica
HOSPITAL DEMO 1

Posibles contactos y viajes en las últimas 2 semanas

Personas con fiebre: Si
Casos cercanos: Familia
Estruó de viaje: Si
Contacto con viajeros: Si

Sintomatologías en las últimas 2 semanas

Fiebre: Mayor a 38
Síntomas

GUARDAR REGISTRAR SIN DATOS MODIFICAR ?

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

COVID-19 Predictor

cvd-frontend-production.surge.sh/main

Sistema para la detección de COVID-19 a partir de Imágenes de Tórax de Rayos-X

Buscar paciente por ID*

NSS001

DATOS PERSONALES: DIAGNÓSTICOS

NUEVO DIAGNÓSTICO

No	Fecha	Solicitar IA	Resultado IA	Resultado médico	Acciones
1	Jul 15 2020 11:14:51		COVID		
2	Jul 15 2020 12:55:36		COVID		
3	Jul 15 2020 15:13:31		COVID		
4	Aug 12 2020 13:27:06		COVID		
5	Aug 12 2020 21:51:21		COVID		

1-5 of 15

COVID-19 Predictor

cvd-frontend-production.surge.sh/main

Sistema para la detección de COVID-19 a partir de Imágenes de Tórax de Rayos-X

SINTOMATOLOGÍA

Unidad Médica
HOSPITAL DEMO 1

Posibles contactos y viajes en la...

Personas con fiebre
Si

Sintomatologías en las últimas 2...

Fiebre
Mayor a 38

GUARDAR

MODIFICAR

- asintomatico
- Debilidad muscular
- Tos
- Dolor de cabeza
- Escorrimento nasal
- Dolor de garganta
- Diarrea
- Dificultad para respirar
- Dolor de espalda
- Perdida de olfato

PRIMERA SESIÓN ORDINARIA DE ÓRGANO DE GOBIERNO INAOE 2021

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx

