



Title: Estudio del Contenido en gel del Material Encapsulante EVA, como una Medida de Calidad del Proceso de Laminación de Módulos Fotovoltaicos

Authors: SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo y PICHARDO-SALAZAR, Ulises

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2020-04
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 11
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

| Holdings | | |
|----------|-------------|------------|
| Mexico | Colombia | Guatemala |
| Bolivia | Cameroon | Democratic |
| Spain | El Salvador | Republic |
| Ecuador | Taiwan | of Congo |
| Peru | Paraguay | Nicaragua |

Introduction

Methodology

Results

Annexes

Conclusions

References

Acknowledgements

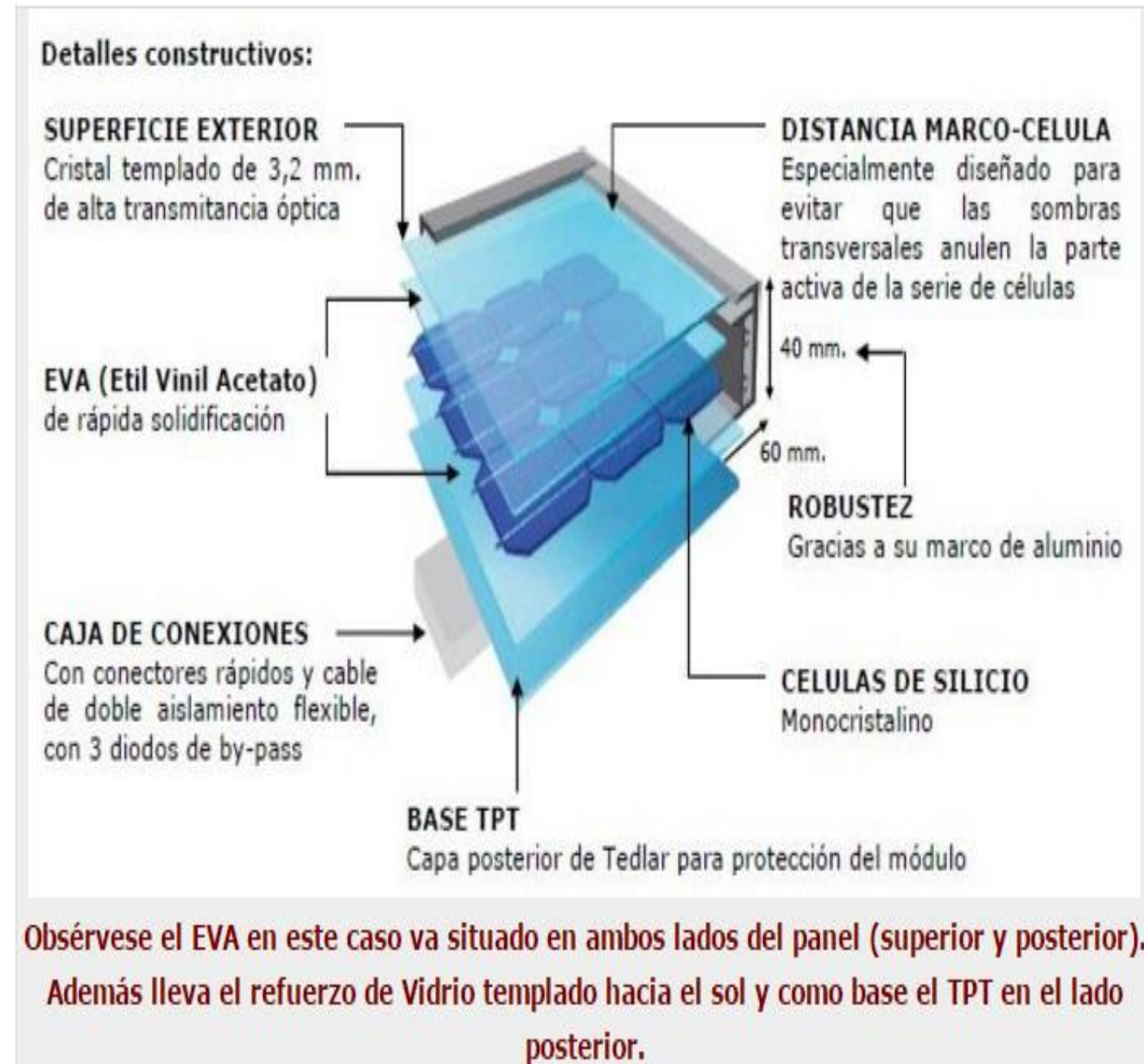
RESUMEN

El contenido en gel, es un ensayo que pone a prueba la resistencia del material de la capa de encapsulado del módulo, asegurando que las vías de conducción de corriente de las células queden aisladas herméticamente de las inclemencias ambientales.

Para garantizar una buena laminación de un módulo fotovoltaico y por lo tanto, una larga vida útil del mismo es necesario que el grado de curado del encapsulante se encuentre entre el 65% - 90%. El objetivo de este trabajo fue estudiar el contenido en gel del EVA, después del laminado. La determinación del contenido en gel se realizó por medio del método de ensayo del proveedor EVASA, tomando muestras de EVA, después del proceso de laminación de los módulos fotovoltaicos. Los resultados obtenidos fueron de 73 a 96%. Se concluye que el contenido en gel es un parámetro que sirve para garantizar el proceso de laminación, ya que en el proceso de curado se forman enlaces químicos transversalmente entre las moléculas largas del EVA, las cuales antes de la reacción se encuentran unidas entre si débilmente. Los porcentajes de contenido en gel, significan el porcentaje de EVA en el que ha tenido lugar dicha reacción.

INTRODUCCIÓN

Los módulos fotovoltaicos están formados por una estructura tipo “sándwich”, compuesta por una capa protectora superior de vidrio, un gel siliconado de Etilen Vinil Acetato (EVA), resistente a la radiación ultravioleta con una alta transparencia, la celda fotovoltaica, el gel siliconado posterior, y una capa protectora colocada en el reverso conformada por una lámina TEDLAR (Fluoruro de polivinilo) PVF. La capa de EVA es afectada por su prolongada exposición a la radiación solar lo cual hace que sus propiedades ópticas, en especial su transmitancia cambie. Su función es la unión de los diferentes componentes y la protección de las células. Las propiedades requeridas son; buena transmisión a la radiación solar, estabilidad a altas temperaturas, alta resistividad, baja absorción de la humedad, alta resistencia a los rayos UV y elevada adherencia.



METODOLOGÍA

Laminado.

1. Se conectó la laminadora a la fuente de energía.
2. Se colocaron las condiciones del laminado: temperatura $145 \pm 3^\circ\text{C}$, vacío (tiempo de evacuación de 5 a 8 minutos, tiempo de prensado (6 a 8 minutos)).
3. Se introdujo el módulo en la laminadora Marca Spire.
4. Se evacuó el módulo durante 7 minutos.
5. El prensado se realizó durante 8'30 minutos.
6. El proceso completo del laminado del módulo fotovoltaico, se realizó a 145°C y durante 15'30 minutos.

Figura 3.

Enseguida se resume el proceso:

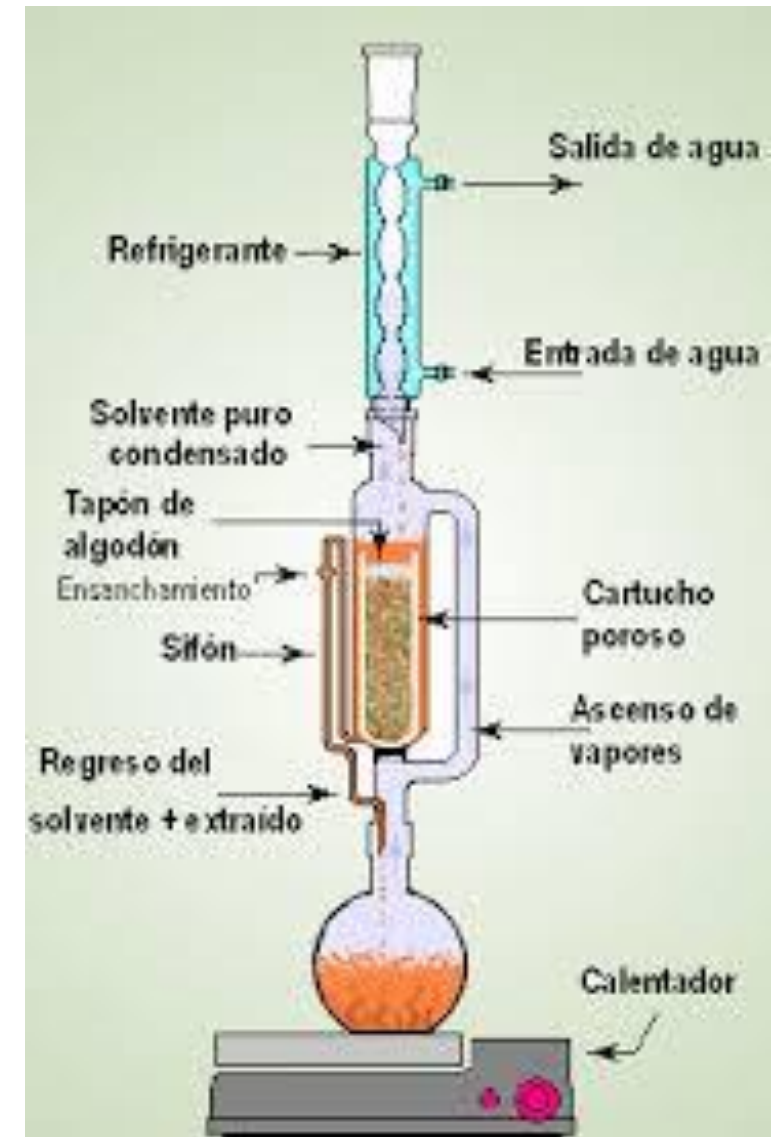
El proceso completo de la laminación consistió en hacer un compacto de todos los materiales sin aire en su interior y con las capas de los distintos materiales adheridas entre sí, para ello se realizó un ciclo de calentamiento, vacío y presión. El conjunto de materiales de laminación se colocó en una plataforma caliente (145°C) y se cerró la tapa del laminador quedando un sándwich, al mismo tiempo que se calentó, se fue haciendo el vacío. Cuando se alcanzó el nivel de vacío deseado, se bajó el diafragma que hizo presión sobre los materiales de laminación prensándolos.



Figura 3. Cámara de proceso del Laminador marca Spire.
(Elaboración propia).

METODOLOGÍA

1. Se encendió el horno marca Memmert, y se ajustó a 105°C.
2. Se introdujeron en el horno los frascos de vidrio con sus respectivas tapas y papeles filtro (Whatman No.51) para cada muestra durante 2 horas
3. Se sacaron de la estufa los frascos, con los filtros y tapas y se colocaron en un desecador de vidrio.
4. De cada sección se pesó 1 gramo de EVA y se registró como (W1).
5. Se prepararon 100 ml de tolueno para cada muestra.
6. Se pesaron 0.0865 gramos de Butil Hidroxi Tolueno (BHT).
7. Se disolvió el BHT en los 100 ml de Tolueno.
8. Se introdujeron las muestras de EVA en la disolución de tolueno y BHT, y se taparon los frascos.
9. Se colocaron los frascos en la estufa a 60 °C (±5) durante 24 horas.
10. Tras 24 horas se retiraron los frascos de la estufa, y se quitaron sus respectivas tapas y dejaron reposar durante 1 hora.
11. Se tomaron muestras de EVA de 10 x10 cm en 5 puntos dellaminado.



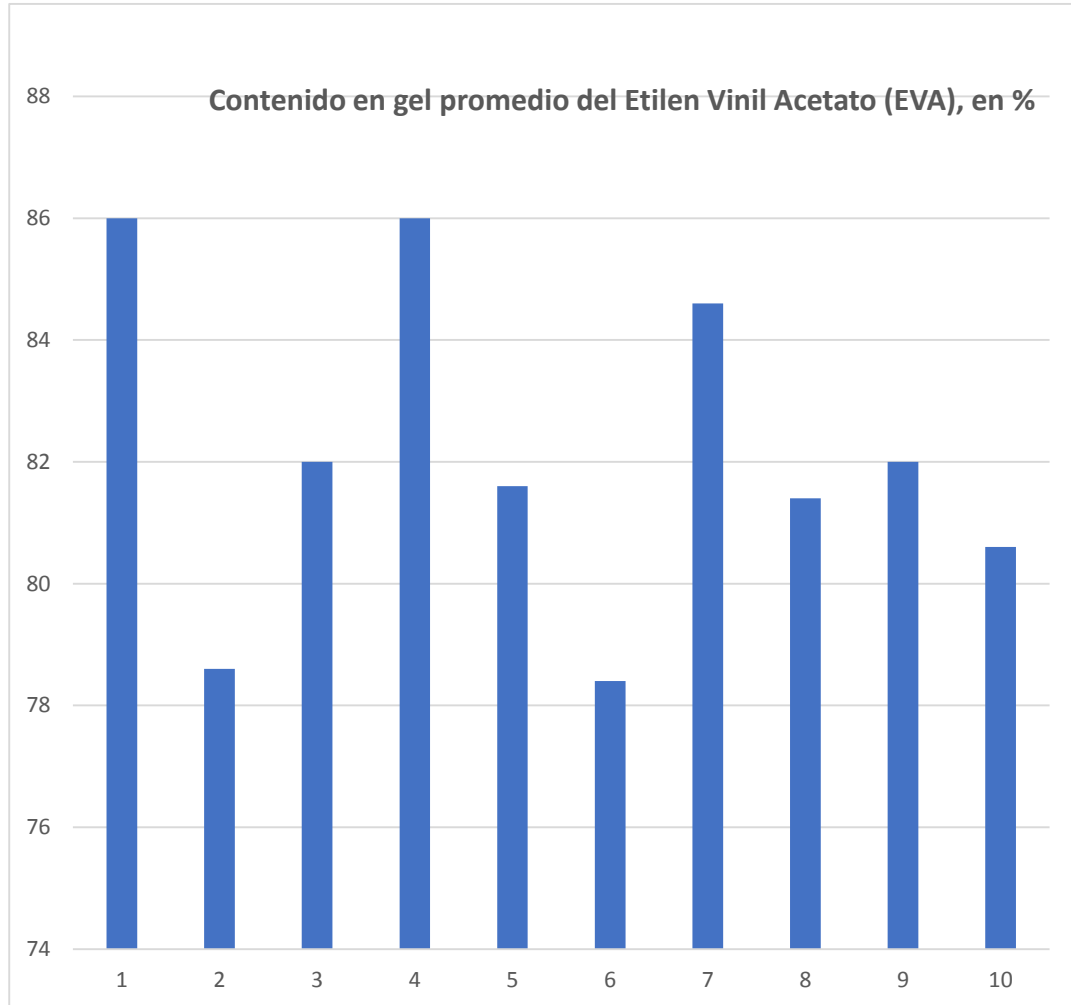
$$\% \text{ contenido en gel} = \frac{w_3 - w_2}{w_1} \times 100$$

METODOLOGÍA

1. Se pesaron cada uno de los papeles filtro y se registró el peso (W2).
2. En el área de campana de extracción de gases, se colocó un embudo de vidrio sobre un Matraz de Erlenmeyer de 1000 ml y se puso el papel filtro sobre el embudo y se filtraron cada una de las muestras por separado.
3. Se colocó una temperatura de 105°C en el horno y se secaron las muestras con el papel filtro respectivo.
4. Se sacaron las muestras con el papel filtro y se colocaron en un desecador
5. Se pesó el residuo junto con el papel filtro y se registró el peso (W3).
6. Se calculó el porcentaje de contenido en gel. Ec. 1

$$\% \text{ contenido en gel} = \frac{w3 - w2}{w1} \times 100$$

RESULTADOS



| Muestra | Contenido en gel (%) | Contenido en gel Promedio (%) | Condiciones de laminación |
|---------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 86, 96, 83, 80, 85 | 86 | Laminador 1 a 145°C, durante 15'30 minutos |
| 2 | 76, 75, 73, 73, 96, | 78.6 | Laminador 1 a 146°C, 16 minutos |
| 3 | 81, 82, 84, 86, 77 | 82 | Laminador 1 a 143°C, 15'30" |
| 4 | 86, 83, 87, 87, 87 | 86 | Laminador 1 147°C, 15'30 |
| 5 | 79, 83, 79, 84, 83 | 81.6 | Laminador 1 145°C, 15'30 |
| 6 | 79, 78, 77, 77, 81 | 78.4 | Laminador 1. 145°C, 15'30 |
| 7 | 85, 83, 84, 85 86 | 84.6 | Laminador 1. 145°C, 15'30 |
| 8 | 79, 83, 79, 83, 83 | 81.4 | Laminador 1. 145°C, 15'30 |
| 9 | 82, 84, 82, 81, 81 | 82 | Laminador 1. 145°C, 15'30 |
| 10 | 81, 79, 80, 82, 81. | 80.6 | Laminador 1. 145°C, 15'30 |

RECONOCIMIENTOS

Al Centro de vinculación Academia
Industria (CCAI), del Tecnológico de
Estudios Superiores de Jocotitlán

CONCLUSIONES

Se logró el procesamiento de laminación del módulo fotovoltaico con buena calidad, a la temperatura de 145°C durante 15'30 minutos, lo cual se pudo estudiar por medio de la determinación del contenido en gel del material encapsulante de Etilen vinil acetato, y por medio de un estudio visual, en el cual no se observaron burbujas en el material.

De este estudio se concluye que el proceso de laminación es un factor clave para asegurar que los módulos fotovoltaicos queden herméticamente sellados, lo cual contribuye directamente en la protección de sus componentes de las condiciones ambientales a las cuales estarán sujetos durante su vida útil.

Un buen proceso de laminación del módulo asegura la vida útil del módulo fotovoltaico en funcionamiento. El contenido en gel es una medida eficiente para asegurar un buen proceso de laminación el cual se relaciona de forma directa con la vida útil del módulo fotovoltaico.

Después del laminado el Módulo fotovoltaico, no presentó burbujas las cuales pueden generar fisuras, esto indica que el proceso de laminación con el EVA fue bueno.

Este estudio sirvió para determinar que la eficiencia y calidad del producto fueron buenos, ya que el módulo fotovoltaico después del laminado fue sujeto a una prueba de degradación de choques térmicos y medición de potencia, antes y después del ensayo obteniéndose una variación del 3%.

REFERENCIAS

- A. Gabor, M. Ralli, S. Montminy, L. Alegria, C. Bordonaro, J. Woods, L. Felton, "Soldering induced damage to thin Si solar cells and detection of cracked cells in modules," Proceedings of the 21st EUPVSEC, Dresden, Germany, 2006, pp. 2042–2047
- W. Czanderna and F. J. Pern, Encapsulation of PV modules using ethylene vinyl acetate copolymer as a pottant: a critical review, Solar Energy Material and Solar Cells, vol. 43, pp.101-181, 1996.
 - Ketola, K. R. McIntosh, A. Norris, and M. K. Tomalia, Silicones for photovoltaic encapsulation: In: Proceedings of the 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Feria Valencia, Spain, pp. 2969-2973, WIP-Munich, 2008.
- BGI Research, Ethylene vinyl acetate (EVA) global market to 2015 -photovoltaic encapsulants to drive EVA demand in the future, 2011.
- G. Oreski and G. M. Wallner, Aging mechanisms of polymeric films for PV encapsulation, Solar Energy, vol. 79, pp. 612-617, 2005.
- H. Schmidhuber and K. Krannich, Why using EVA for module encapsulant if there is a much better choice? In: Proceeding of the 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Munich, Germany, pp. 662-663, 2001.
- I. Kunze, S. Kajari-Schröder, X. Breitenmoser, B. Bjørneklett, "Quantifying the risk of power loss in PV modules due to micro cracks," Solar Energy Materials and Solar Cells 95, 2011, pp. 1131-1137.
- Manuel Fernández Barrera. (2010). Energía Solar: Energía Fotovoltaica. Madrid: Liberfactory.
- Marcillo Proaño, W. y Moreno Garrido, F. (2008). Diseño y Construcción de una Matriz para Fabricar Material Didáctico en Goma E.V.A. (Etil Vinil Acetato). F. J. Pern, Factors that affect the EVA encapsulant discoloration rate upon accelerated exposure, Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 41-42, pp.587-615, 1996.
- M. Sander, S. Dietrich, M. Pander, M. Ebert, M. Karraß, R. Lippmann, M. Broddack and D. Wald, "Influence of manufacturing processes and sub-sequent weathering on the occurrence of cell cracks in PV modules," Proceedings of the 28th EUPVSEC, Paris, France, 2013, pp. 3275-3279



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)