

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

Tesis para obtención de título de Ingeniería Industrial,

Denominada:

**ESTANDARIZACION DEL PROCESO DE PRESECADO
DE ELECTRODOS DE SOLDADURA EN ACERO AL CARBONO
GRICON 29, Y GRICON 15 EN LOS
DIAMETROS 1/8 Y 5/32**

Autor

ALBERTO DOMINGUEZ ACUÑA

COLOMBIA

2013

DEDICATORIA

Como primera medida se la dedico a Dios el cual es un apoyo incondicional y el artífice de todas las cosas positivas en mi vida y el que me ha iluminado en toda mi vida tanto universitaria como personal.

A mis padres Lida Elizabeth Acuña y Alberto Domínguez Rodríguez por su amor y apoyo incondicional y pese a dificultades personales han sabido demostrarme a su manera las cosas buenas que tienen guardadas para mí.

A mis Tíos Julieth Acuña, Gerardo Laverde y mi primo Néstor David Laverde los cuales me han acogido en su vínculo familiar haciéndome sentir parte de este, por su ayuda y por sus buenos consejos en momentos cruciales de mi vida.

A todas aquellas personas que a lo largo de mi carrera universitaria me brindaron ayuda tanto económica como moral y personal, solo les doy las gracias a todas ellas y les digo hoy estoy cumpliendo un sueño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la señora Pilar Acuña por haberme ayudado a conocer la empresa Lincoln Soldaduras de Colombia en la cual surgió esta propuesta de investigación, así mismo le doy las gracias a la Ingeniera Química Dalila Peñuela, gerente de producción la cual estuvo pendiente de toda la investigación así como de los resultados obtenidos de esta, al profesor Jairo Romero docente y tutor de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales quien desde el inicio de la pasantía estuvo al tanto directa e indirectamente en el desarrollo de esta convirtiéndose no solamente en tutor si no en un amigo el cual encamino la investigación de la mejor forma posible.

GLOSARIO

Corrosión

“La corrosión es una reacción química (oxido reducción) en la que intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electroquímica” (Landolt, 1993).

Diámetro:

“Es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia, una superficie esférica o una curva cerrada” (Macías, 1980)

Ebullición

“Es el proceso físico en el que la materia pasa a estado gaseoso. Se realiza cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión. Si se continúa calentando el líquido, éste absorbe el calor, pero sin aumentar la temperatura: el calor se emplea en la conversión de la materia en estado líquido al estado gaseoso, hasta que la totalidad de la masa pasa al estado gaseoso. En ese momento es posible aumentar la temperatura de la materia, ya como gas”. (Coba, 2010)

Energía Calorífica:

“Es la manifestación de la energía en forma de calor. En todos los materiales los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento ya sea trasladándose o vibrando. Este movimiento implica que los átomos tienen una determinada energía cinética a la que nosotros llamamos calor o energía calorífica”. (Vis, 2007)

Electrodo:

“En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente. El electrodo o varilla metálica suele ir recubierta por una combinación de materiales diferentes según el empleo del mismo. Las funciones de los recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características” (Faraday, 1834)

Electrodo E-6010

Electrodo celulósico con silicato de sodio como aglutinante para obtener mejores características de penetración y excelente propiedades mecánicas sobresaliendo el % de alargamiento especial recomendada para todas posiciones en pasos múltiples o sencillos. (Ingemecanica, tutorial 47)

Electrodo E-7018

Electrodo de bajo hidrogeno con polvo de hierro en el revestimiento para soldar en todas posiciones. Tiene excelente propiedades mecánicas a temperaturas bajo cero. (Ingemecanica, tutorial 47)

Estadística:

“La estadística es una ciencia formal que estudia la recolección, análisis e interpretación de datos de una muestra representativa, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar condiciones regulares o irregulares de algún fenómeno o estudio aplicado, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional. Sin embargo, la estadística es más que eso, es decir, es el vehículo que permite llevar a cabo el proceso relacionado con la investigación científica”. (Best, 2010)

Estiba:

Se define como estiba a la técnica de colocar la carga a bordo para ser transportada con un máximo de seguridad para el buque y su tripulación, ocupando el mínimo espacio posible, evitando averías en la misma y reduciendo al mínimo las demoras en el puerto de descarga. (Wikipedia, estiba)

Evaporación

“Es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial. A diferencia de la ebullición, la evaporación se produce a cualquier temperatura, siendo más rápido cuanto más elevada aquella” (Coba, 2010)

Extrusora:

La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados son la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales que son quebradizos, porque el material solamente encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento. También las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente. (Guy, Robin, 2001)

Humedad:

Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que

contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura. (Coba, 2010)

Intervalo de confianza: (IC)

En estadística, se llama intervalo de confianza a un par o varios pares de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Formalmente, estos números determinan un intervalo, que se calcula a partir de datos de una muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa con $1 - \alpha$ y se denomina nivel de confianza. En estas circunstancias, α es el llamado error aleatorio o nivel de significación, esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo. (Díaz, 1997)

Media Aritmética

La media aritmética (también llamada promedio o simplemente media) de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos objeto de estudio que parte del principio de la esperanza matemática o valor esperado, se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. (Macías, 1980)

Pistón:

Se denomina pistón a uno de los elementos básicos del motor de combustión interna. Los pasadores de pistón están hechos de aluminio. Se trata de un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en movimiento el cambio de presión y volumen del fluido. (Teich, 2006)

Psicrómetro:

Los psicrómetros constan de un termómetro de bulbo húmedo y un termómetro de bulbo seco. La humedad relativa del aire se calcula a partir de la diferencia de temperatura entre ambos aparatos. El húmedo es sensible a la evaporación de agua, y debido al enfriamiento que produce la evaporación, medirá una temperatura inferior. Si hay poca diferencia entre una y otra temperatura, hay poca evaporación, lo cual indica que la humedad relativa es alta. Si hay mucha diferencia, hay mucha evaporación, lo cual indica que la humedad relativa es baja. Una tabla nos puede proporcionar el dato exacto de humedad relativa, expresada como un porcentaje con respecto a la saturación. (Krane, 2002)

Silicato:

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas

B1 = El uso del silicato de potasio KASIL produce un arco suave, ligeramente quemado. Esto es importante para el acero inoxidable y para el soldado AC.

B2 = las cubiertas de electrodos que contienen silicato de sodio muestran suficiente estabilidad de arco cuando se utilizaban con equipo DC. (Quiminet, 2008)

RESUMEN

La presente tesis se realiza como proyecto de investigación en la empresa Lincoln Soldaduras de Colombia, la cual se dedica a la fabricación de electrodos de soldadura para pequeñas empresas, medianas y grandes organizaciones, en donde se encuentra que hay una carencia de control específico sobre las tablas de presecado de electrodos ya que cuentan con un tiempo específico pero no real al momento de realizar el presecado del producto una vez sale de las maquina extrusora haciendo que este ocupe espacios productivos por la empresa generando puntos muertos y paradas de producción constante por falta de espacio.

El objetivo de la tesis se centra en disminuir el tiempo de presecado de los electrodos gricon 29, gricon 15 y gricon 290 en los diámetros 1/8 y 5/32, ya que son los productos de alta rotación en la compañía los cuales son requeridos por su precio y su uso final.

El tipo de investigación que se realiza es de tipo exploratorio ya que sus resultados son rápidos y permite observar de una forma clara como es el comportamiento en pérdida de agua en su proceso de presecado, siendo más fácil de analizar y concluir con una propuesta para determinar un proceso más sencillo aumentando la productividad de la compañía.

Palabras clave: Electrodos, control específico, presecado, extrusora, disminución de tiempos, diámetro y productividad de la compañía.

ABSTRACT

This thesis conducted as a research project in Lincoln Welding Company of Colombia, which is engaged in the manufacture of welding electrodes for small businesses, medium and large organizations, where it was found that there is a lack of specific control over the electrode predrying tables because they have a specific time but not real at the time of pre-drying of the product once it leaves the extruder machine making this deal the company productive spaces by creating deadlocks and constant production stops due to lack of space.

The aim of the thesis focuses on decreasing the time pre-drying of electrodes mentioned above, since they are the products with more turnover in the company which are required for its applicability on the ground creating bottlenecks for failing to comply with a predried by standard time to accumulate the product generating unnecessary stops and falls at the personal productivity in areas such as packaging and extrusion.

The aim of the thesis focuses on decreasing the time predrying gricon electrodes 29, 15 and gricon gricon 290 in diameters 1/8 and 5/32, as they are the products with more turnover in the company which are required for its price and its end use.

The type of research undertaken is exploratory and its results are fast and allows us to see a clear way as is the behavior of water lost in the process of pre-drying, making it easier to analyze and conclude with a proposal for determine a simpler process to increase the productivity of the company.

Key words: welding electrodes, specific control, of pre-drying of the product, extrusion, decreasing, and productivity.

INDICE GENERAL

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION		PAG
1.1	Realidad de la problemática	1
1.2	Historia de la compañía	1
1.3	El presente	3
1.4	El futuro	3
1.5	Los productos	4
1.6	Proceso de elaboración electrodo de soldadura	7
1.7	Área de Trabajo	13
1.8	Planteamiento del problema	14
1.9	Objetivo general	14
1.10	Objetivos Específicos	15
1.11	Limitaciones	15
1.12	Justificación del Problema	16
1.13	Alcance	18
1.14	Situación actual de la empresa	20
2. MARCO TEORICO		
2.1	Primer principio del secado	23
2.2	Segundo principio del secado	24

3. MARCO METODOLIGO

3.1	Desarrollo de las pruebas de humedad	31
3.2	El procedimiento	32
3.3	Pruebas de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 1/8	34
3.3.1	Curvas de presecado GRICON 15 (E-7018), de 1/8	41
3.4	Pruebas de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	42
3.4.1	Curva de secado en el patio, para el GRICON 15 de 5/32	48
3.5	Pruebas de humedad para el GRICON 29 (6010), 1/8	49
3.5.1	Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 1/8	56
3.6	Pruebas de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	57
3.6.1	Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 5/32.	64

4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1	Análisis estadístico GRICON 15 (E-7018), de 1/8	66
4.2	Interpretación de resultados GRICON 15 (E-7018), de 1/8	67
4.3	Análisis estadístico GRICON 15 (E-7018), de 5/32 mm	68
4.4	Interpretación de resultados GRICON 15 (E-7018), de 5/32	69
4.5	Análisis estadístico GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	71
4.6	Interpretación de resultados GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	72
4.7	Análisis estadístico GRICON 29 (6010), 5/32	73
4.8	Interpretación de resultados GRICON 29 (6010), 5/32	74
4.9	Situación actual VS Resultados obtenidos	76

5. CONCLUSIONES	79
------------------------	----

6. RECOMENDACIONES	82
---------------------------	----

7. BIBLIOGRAFIA	83
------------------------	----

INDICE DE GRAFICOS

1. Alambrón	7
2. Varilla de diferentes diámetros	7.
3. Hilera	8
4. Bobina	9
5. Tolva Acumuladora	10
6. Camisa de la Prensa	11
7. Pistón de Presión	11
8. Electrodo de soldadura	12
9. Tiempo trabajado VS Tiempo muerto	20
10. Diagrama Psicométrico	27
11. Diagrama Psicométrico conceptual	28
12. Diagrama esquemático de un carro de electrodos	33
13. Curva de secado en el patio, para el GRICON 15 de 3.25x350 mm	41
14. Curva de secado en el patio, para el GRICON 15 de 5/32	48
15. Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 1/8	56
16. Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 5/32.	64

INDICE DE CUADROS

	Pag
1. Hoja de seguimiento de producción Gricon 15 E-7018	18
2. Hoja de seguimiento de producción Gricon 29 E-6010	19
Primera Prueba	
3. M1 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	34
4. M2 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	35
5. M3 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	35
6. M4 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	36
Segunda prueba	
7. M1 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	36
8. M2 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	37
9. M3 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	37
10.M4 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	38
Tercera Prueba	
11.M1 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	38
12.M2 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	39
13.M3 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	39
14.M4 prueba de humedad GRICON 15 (E-7018), de 1/8	40
Primera Prueba	
15.M1 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	42
16.M2 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	42
17.M3 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	43
18.M4 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	43

Segunda prueba

19.M1 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	44
20.M2 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	44
21.M3 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	45
22. M4 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	45

Tercera Prueba

23. M1 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	46
24. M2 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	46
25. M3 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	47
26. M4 prueba de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32	47

Primera Prueba

27.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	49
28.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	50
29.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	50
30.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	51

Segunda prueba

31.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	51
32.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	52
33.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	52
34.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	53

Tercera Prueba

35.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	54
36.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	54
37.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	55
38.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm	55

Primera Prueba

39.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	57
40.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	58
41.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	58
42.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	59

Segunda prueba

43.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	59
44.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	60
45.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	61
46.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	61

Tercera Prueba

47.M1 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	62
48.M2 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	62
49.M3 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	63
50.M4 prueba de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32	64
51.Situación actual vs Resultados obtenidos	76

INTRODUCCION

Hoy en día la estandarización de procesos productivos son herramientas que generan en la organización ventajas competitivas que para muchas organizaciones estas exigencias la imponen la globalización del mercado y la masificación de los productos, cambiando de forma óptima la visión del mundo y los negocios, la competitividad hace que no existan distancias ni fronteras, haciendo que se genere competencia entre organizaciones sin descuidar el proceso productivo ni la calidad del producto ofrecido.

Por lo anterior esta investigación centra su atención en fortalecer y estandarizar el área de presecado de electrodos de soldadura el cual está vigilado por el instituto nacional americano de estándares ANSI que coordina estándares internacionales para asegurar que los productos americanos puedan ser usados a nivel mundial avalando la calidad del producto y del servicio prestado.

En esta investigación se busca analizar la organización observando un antes y un después en el área de presecado para proponer mejoras en tiempos de presecado de electrodos con el fin de aumentar la productividad de la planta, tanto a nivel global como personal, así como disminuir el tiempo de presecado de electrodos de soldadura ya que en este momento, éste es el principal problema de rotación de productos por falta de espacio para la compañía, lo cual genera paros constantes en las maquinas, movimientos improductivos y ociosos del personal siendo objeto de incumplimiento en entregas nacionales e internacionales aumentando los costos de producción y disminuyendo la rentabilidad por tonelada de electrodo producido.

La selección y planteamiento de las posibles soluciones serán precedentes para mejorar y continuar con investigaciones de este tipo y en esta área, ya que servirán como referencia a nivel global para aumentar la rotación, productividad y rentabilidad del proceso en empresas que realicen la fabricación de electrodos de soldadura a nivel industrial.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

En este primer capítulo encontrará una descripción general de la empresa donde encontrará la historia de la organización así como información acerca de sus productos y el proceso de elaboración de un electrodo de soldadura con el fin de dar una imagen clara del proceso y del problema de investigación a tratar.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Con el fin de identificar, analizar y proponer mejoras en tiempos de presecado de electrodos debemos conocer a fondo las características principales de la empresa la cual pertenece al sector de fabricación industrial, con el fin de obtener una visión amplia y detallada de los aspectos que pueden influir en el proceso y como primera medida se presentaran aspectos generales de la empresa partiendo desde sus inicios, el presente y del futuro proyectado por la compañía Lincoln Electric y describiendo al detalle sus productos.

1.2 HISTORIA DE LA COMPAÑÍA

Lincoln Electric da sus primeros pasos a finales del año **1885** con Jonh C Lincoln con una inversión de US 200 con el fin de producir motores eléctricos de su propio diseño, en **1914** se concentró en la investigación científica y se creó 2 años después **1916** The Lincoln Electric Welding una escuela de enseñanza que ha formado a más de 10 millones de personas a nivel mundial en campos referentes a la soldadura. (Lincoln Electric, 2012)

En **1922**:

Su producción superó a la de motores por primera vez y se convirtió en un ítem de referencia americana y después de trabajar más de 12 años para perfeccionar una soldadura dúctil hace una soldadura tan flexible como el acero. (Lincoln Electric, 2012)

1940 – 1949:

La empresa tuvo una gran expansión debido a la segunda guerra mundial creado por un enorme mercado nuevo para los productos de soldadura por arco y por primera vez la fabricación de motores fue suspendida para concentrar sus recursos en apoyar la demanda de productos de soldadura durante la guerra. (Lincoln Electric, 2012)

1950 – 1969

Se construyó una planta moderna con capacidades únicas en el manejo de materiales, la innovación de la década de los 50 incluyó electrodos de bajo hidrogeno y electrodos de alambre tubular. (Lincoln Electric, 2012)

1970 – 1989

Se puso en marcha la nueva planta ubicada en Ohio para consumir consumibles nacionales de alambre, la empresa tuvo una caída del 40% debido a la inflación la cual devoró grandes compañías que no estaban bien segmentadas aun cuando los costos de energía y mantenimiento eran altos se afrontó y no se despidió ningún trabajador. Pasados unos años de la recesión la empresa continúa con su idea de expansión así que desplegó sus actividades a 16 países participando mayoritariamente en las operaciones de manufactura. (Lincoln Electric, 2012)

1990 – 2000

Con la ampliación de tecnología de soldadura se renovaron formaciones en centros de formación y las operaciones en el extranjero se consolidaron y organizaron, abundo con más de 23 productos y servicios introducidos en el mercado en 1998 incluyendo el ArtLink es cual fue el primer protocolo de la industria de la soldadura. (Lincoln Electric, 2012)

2001-2012

La empresa expande sus operaciones a Sur América creando planta en Venezuela y adquirió al fabricante de equipos de soldadura asegurando el desarrollo de productos impulsa el crecimiento de la compañía y gana el presidente A Star con un programa de exportaciones excelente en 2005 adquiere a Oerlikon y se convierte en la segunda empresa de elaboración de electrodos de soldaduras en Colombia (Lincoln Electric, 2012)

1.3 EL PRESENTE

Lincoln Soldaduras de Colombia en el presente promueve el mejoramiento continuo del sistema de sistema de gestión de calidad cumpliendo con las especificaciones nacionales e internacionales conforme a las necesidades de los clientes utilizando materias primas de calidad contando con personal idóneo capacitado motivado y comprometido con cada una de las metas diseñadas objetivamente para satisfacer el mercado. (Lincoln Electric, 2012)

1.4 EL FUTURO

Ser la empresa líder en el mercado de soldadura en Colombia siendo reconocido por los clientes como innovadores, expertos y socios estratégicos destacándose por la excelencia en los procesos realizados generando un valor agregado a los accionistas dentro de un contexto de responsabilidad social y ambiental. (Lincoln Electric, 2012)

1.5 LOS PRODUCTOS

Lincoln Electric es una multinacional americana la cual ofrece soluciones innovadoras en la industria, cuenta con más de 40 filiales a nivel mundial las cuales ofrecen una gama extensa de electrodos revestidos comunes y especiales, adicional la organización realiza la fabricación de diferentes máquinas para soldar producidas en diferentes subsidiarias con el fin de satisfacer la demanda a nivel nacional e internacional y proporcionar a los clientes distribuidores y usuarios finales una solución total en un solo punto. En Colombia cuenta con una planta de fabricación la cual realiza los siguientes productos:

Electrodos:

- a. Electrodos para soldaduras de Acero al Carbono.**
- b. Electrodos para soldaduras de Corte y Ranurado.**
- c. Electrodos para soldaduras de Acero de Baja Aleación.**
- d. Electrodos para soldaduras de Aceros Inoxidables.**
- e. Electrodos para Soldaduras de Fundiciones de Hierro.**
- f. Electrodos para Revestimientos Duros.**

a. Electrodo para soldaduras de Acero al Carbono.

Este tipo de electrodo es adecuado para la soldadura de tubos con o sin costura, cordones, estructuras de puentes, tanques y edificación de montajes en general así como en la fabricación de muebles, ductos de ventilación, rejas, puertas. Ensamblaje de carrocerías, construcción de vagones, tanques. Soldadura de estructuras livianas en perfiles angulares y rectangulares, cerchas para techos, construcciones navales y reparación de equipos. (Lincoln Electric, 2012)

Entre estos podemos encontrar

- **GRICON 29**
- **GRICON 290**
- **GRICON 33**
- **GRICON 15**
- **GRICON 15HI.**

b. Electrodo para soldaduras de Corte y Ranurado:

Diseñado para cortar, perforar, biselar, ranurar y remover los metales sin el suministro de aire comprimido, gases combustibles u oxígeno. Opera en cualquier posición pudiendo aplicarse sobre cualquier metal, destacándose su aplicación sobre metales que no pueden oxycortarse, por ejemplo: fundiciones de hierro, aceros al alto manganeso, aceros inoxidable, cobre y aleaciones, aluminio y aleaciones, níquel y aleaciones. (Lincoln Electric, 2012)

c. Electrodo para soldaduras de Acero de Baja Aleación.

Se utiliza para realizar cordones en caliente en tuberías para la industria petrolera ya que cuenta con un revestimiento celulósico para alta penetración generando depósitos de soldadura de buena calidad. (Lincoln Electric, 2012)

d. Electrodo para soldaduras de Aceros Inoxidables.

Electrodo de revestimiento básico, con mayor poder de penetración y mejor desempeño utilizado para soldar estructuras y piezas en acero inoxidable,

e. Electrodo para Soldaduras de Fundiciones de Hierro.

Se utiliza en la reparación de piezas tales como bloques de motores, bases y soportes de máquinas, carcasas e impelentes de bombas, cajas de reductores, matrices de fundición, moldes para la industria del vidrio así como en la reparación de hierro fundido gris, maleable y especialmente nodular. (Lincoln Electric, 2012)

f. Electrodo para Revestimientos Duros.

Ideal para reacondicionar equipos en canteras: trituradoras de piedra, martillos de molienda. Elementos de máquinas para movimiento de tierra, dragas y reconstrucción de superficies sometidas a desgaste por abrasión, presión y fricción.

1.6 PROCESO DE ELABORACION ELECTRODOS DE SOLDADURA

El proceso de fabricación de electrodos de soldadura independientemente su uso y campo de aplicación, empieza desde la recepción de rollos de alambrión el cual es un producto laminado en caliente que cuenta con un proceso de enfriamiento controlado lo que permite un mejor comportamiento en procesos posteriores

Grafica 1: Alambrión



Fuente: Autor

Este producto se utiliza como materia prima en el área de trefilación para la fabricación de mallas, clavos, puntillas y alambres de diferente diámetro, que al ser cortados y al haber obtenido un diámetro específico entre los rangos 3/32 mm y 5/16mm son elementos de uso principal en una empresa de fabricación de electrodos de soldadura.

Grafica 2: Varillas de diferentes diámetros



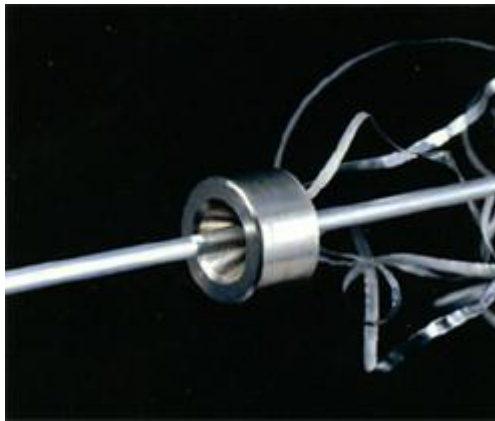
Fuente: Autor

Proceso de Trefilación:

El proceso de trefilación consiste en estirar en frío el alambroón con el fin de reducir su diámetro a una medida deseable, la reducción del diámetro implica la reducción de la sección aumentando la longitud.

El estiramiento se hace por medio de una hilera la cual consiste en cuerpo cilíndrico con un agujero en el centro por donde pasa el alambre.

Grafica 3: Hilera

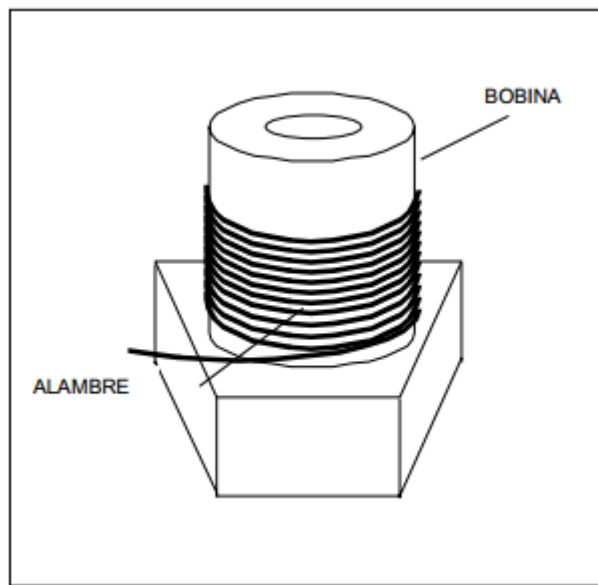


Fuente: Autor

La hilera está formada por un núcleo y una encajadura, el núcleo está construido con un material resistente al desgaste y al calor ya que en proceso de trefilación se genera una gran cantidad de energía calorífica.

Las máquinas trefiladoras están constituidas básicamente por el decalaminador cuya función es plegar el alambroón para descamar el óxido que se forma en la superficie de éste por motivos de corrosión, evitando que el óxido penetre la superficie del alambre manteniendo su calidad, la maquina trefiladora cuenta con bloques de bobina en donde se arrolla el alambre, por una jabonera donde se lubrica y circula el alambre antes de pasar por el porta hilera que es en donde descansa la hilera.

Grafica 4: Bobina



Fuente: Autor

Una vez el alambre tiene el diámetro específico éste procede a entrar a la cortadora, la cual funciona de forma automática, corta el alambre a una longitud previamente programada, con un promedio de corte de 550 kg – 800 kg / hora.

Mezcla seca:

El proceso de mezcla seca consiste en, una vez hecha la orden de producción, donde se determina qué tipo de electrodo se va a producir y en cuántos Kg o Toneladas, en la orden se incluyen las materias primas que se van a utilizar y las tolvas que se deben realizar.

El operario de mezcla seca tiene como función principal, mezclar, como su nombre lo indica, las materias primas que han sido previamente pesadas en un tolva de mezcla; este proceso se realiza en seco y debe siempre estar supervisado por un integrante del área de control de calidad.

Mezcla Húmeda:

Una vez se realiza la cantidad de tolvas necesarias para fabricar el electrodo requerido, esta pasa al área de mezcla húmeda, donde se abre el contenido de las tolvas y se inicia un nuevo proceso de mezcla, en el cual se agrega agua y silicato ya sea B1 (Silicato de Sodio) O B2 (Silicato de Potasio) dependiendo del electrodo a fabricar, este proceso puede durar entre 30 minutos y 1 hora, el tiempo varía de acuerdo a las materias primas y químicos que componen la mezcla.

Una vez se cumple con el tiempo de mezcla, se toman 5 muestras de consistencia y deben cumplir con los parámetros específicos que están expuestos en la orden de producción y todo esto se hace con el fin de mantener la calidad de la mezcla.

Una vez es tomada la consistencia y ésta arroja resultados positivos, se para el proceso de mezcla y el producto es transportado o llevado por medio de bandas transportadoras, al área de prensa de cubos.

Prensa de cubos:

Una vez recibida la mezcla esta es depositada en una tolva acumuladora.

Grafica 5: Tolva Acumuladora



Fuente: Autor

La cual luego es pasada por medio de una espátula dentro de la camisa de la prensa hasta llenar la camisa hasta su tope, para luego ser oprimida por un pistón superior a una presión de 300 kg/cm² Aprox. Con el fin de formar un cubo de mezcla, el cual llegará a ser junto al alambre cortado materiales indispensables para el uso de la extrusora.

Grafica 6: Camisa de la Prensa



Fuente: Autor

Grafica: 7 Pistón Superior



Fuente: Autor

Extrusora:

En la extrusora se hace el cargue de la varilla requerida con el diámetro específico de acuerdo con una orden de producción previamente establecido.

Luego se procede al cargue de la mezcla que viene en forma de cubos la cual es ingresada por la tubo de la camisa, este tubo almacena entre 7 y 8 cubos de mezcla y tiene una duración de aproximadamente 20-30 minutos.

El proceso se realiza unificando la mezcla a la varilla con el fin de obtener un electrodo el cual al salir de la extrusora es transportado por una banda transportadora y cepillado por una lija en su parte delantera y marcado con un sello y tinta de alta para hacer referencia al electrodo utilizado.

Grafica 8: Electroodos



Fuente: Autor

Almacenamiento:

Una vez el electrodo sale de la mezcladora se procede a almacenar este ubicándolo en una base, la cual está fabricada en metal, para hacer la recepción de tres columnas por 34 bandejas en cada una de ellas y en cada bandeja se pueden almacenar Aprox 40-50 electrodos de soldadura, entre mas grande es el diámetro del electrodo mayor es la masa y menor el almacenamiento en las bandejas.

Estas bases suelen estar por un término indefinido en el área de patios esperando ser ingresada al horno con el fin de ser horneado la soldadura y así completar el proceso de fabricación del electrodo. El promedio del tiempo que están en el área de presecado es de 2 a 3 días.

Suponiendo que se esté fabricando un electrodo gricon 29 el proceso en el área de hornos es de 7 a 8 horas de calentamiento a una temperatura constante de 120 grados centígrados.

Empaque:

Una vez el electrodo se encuentra cocinado, se procede a sacar las bases de los hornos que tienen una capacidad de 11 bases por horno, allí se espera que el electrodo se enfríe para poderlo empacar.

El electrodo en su gran mayoría va empacado en bolsa plástica transparente de 5 kg a caja de 20 kg y se realizan estibas de 1200 kg cuando la producción es de consumo nacional y 1440 cuando la producción es de exportación.

Una vez terminado el proceso de empaque estas estibas son enviadas al área de producto terminado, donde son almacenadas y algunas de estas enviadas para satisfacer demandas de exportación y otras son enviadas a distribuidores mayoristas que se encargan de comercializar el producto tanto al detal como en masa a nivel nacional.

1.7 AREA DE TRABAJO

El proyecto se desarrolla específicamente dentro del área de presecado, perteneciente al departamento de producción, bajo la dirección de la gerencia de planta.

Este departamento es el encargado de coordinar las actividades operativas necesarias a través de los sub-procesos estipulados dentro del Manual de Gestión

del Departamento de Producción, para cumplir con la manufactura de electrodos estipulada en el plan de producción mensual.

1.8 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el proceso de presecado de electrodos de LSC, no se han desarrollado estudios para corroborar que tan eficiente es el proceso de presecado. Esta situación ha traído como consecuencia, que actualmente en la empresa no se conozca con exactitud, cuales son los tiempos apropiados que se deben esperar en los patios, para poder ingresar los electrodos dentro de los hornos o cámaras, y así ser sometidos a los respectivos programas de secado o climatizado según sea el caso, esto ocasiona una pérdida de tiempo importante para el proceso productivo, ya que, muchas veces los electrodos duran en el patio varios días esperando poder alcanzar el valor de humedad adecuado para que no valla a presentar agrietamiento, ya que si son sometidos a temperaturas altas el agua que no salió del electrodo va a buscar la forma de salir y en el momento de salida del electrodo de nuevo al ambiente se va a agrietar y se aumentaran los costos de reacondicionamiento. Esto sin tomar en cuenta que exponer los electrodos a temperaturas altas, durante mucho tiempo, implica un gasto energético importante, lo que se traduce en altos costos de producción, y en un mal uso de los recursos.

1.9 OBJETIVO GENERAL

Determinar un tiempo y humedad optima en el área de presecado de los electrodos Gricon 29, y Gricon 15 en los diámetros 1/8 y 5/32, con el fin de aumentar la rotación de los electrodos hasta un 50% en el área de patios de presecado, eliminando cuellos de botella por acumulación de productos y aumentando la productividad de la compañía en un 50%.

1.10 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar pruebas piloto de aplicación, que permitan proponer programas de presecado más óptimos
- Realizar un estudio estadístico en función de los puntos óptimos de muestreo en los carros, para determinar los valores de humedad.
- Presentar al departamento de producción un informe final de los objetivos alcanzados.

1.11 LIMITACIONES

Los límites de la investigación están dados por las siguientes pautas ya que esta investigación no es aplicable a otra organización ya que el proceso de producción y manejo de materias primas suele ser distinto.

- **Temporal:**

El tiempo de investigación es de Aprox 3-4 meses su aplicabilidad no cuenta con un límite de vigencia, a menos que las normas de calidad AWS sean modificadas y el estudio pierda validez.

- **Espacial:**

La región geográfica en la cual se realiza el estudio es en la capital de Colombia, Bogotá a una altitud de 2630 metros sobre el nivel del mar está a 4°35' 56" de altitud norte y 74°04' 51" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Las temperaturas regularmente oscilan entre los 6 y 24 °C, con una media anual de 15 °C y su humedad varía entre 75 y 77%.

- **Sustantivo:**

El tema de investigación es la estandarización del proceso de presecado en los electrodos gricon 29 y gricon 15 productos de la empresa Lincoln Electric Soldaduras de Colombia.

1.12 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Para Lincoln Soldaduras de Colombia, es importante promover en cada uno de sus departamentos, un enfoque de gestión basado en la mejora continua de los procesos que allí se realizan, con la finalidad de ser cada día más eficaces y competitivos, respondiendo de esta manera con la visión y misión establecida por la empresa.

Por esta razón en el departamento de producción su misión es mejorar continuamente todas las actividades concernientes al proceso productivo.

El proyecto de Estandarización del proceso de presecado en electrodos, es un estudio en el cual se pretende determinar cuál es la situación actual del proceso de presecado, y climatizado de los electrodos, verificando que tan buenos son los programas utilizados en la actualidad, y cuáles serían las posibles mejoras que se podrían incorporar al proceso, en términos de calidad del electrodo (humedad absoluta, agrietamiento de este por cocción demasiado rápida), tiempo de espera en los patios, y todas aquellas variables que pueden afectar la productividad del proceso de presecado de electrodos, y de esta manera corregir todas aquellas deficiencias que se pueden presentar como por ejemplo el agrietamiento del electrodo ocasionado por diversas razones.

Entre las que se pueden mencionar: distintas condiciones de temperatura atmosférica, que influyen directamente en la humedad del aire circundante del patio de reposo, condición que determina el nivel de humedad absoluta de los

electrodos, parámetro importante, que condiciona el tiempo en que deben estar los electrodos en los patios, antes de poder ser sometidos a cualquier programa de secado.

Otra de las razones por la cual se producen grietas en los electrodos, son las velocidades de secado en las rampas del programa, ya que, un aumento muy violento en la temperatura del horno podría ocasionar el agrietamiento del electrodo, si estos presentan un grado de humedad (humedad específica) ligeramente alto, es decir si la humedad del electrodo está por encima del límite establecido en el control maestro de electrodos, este agrietamiento se observa cuando el carro que contiene electrodos sale del horno y una vez enfriado por el aire circundante se observa fisuras y rayas de color blanco, una vez identificado el problema se procede a dejar el electrodo en un área de cuarentena para ser escogido uno a uno.

La experiencia ha demostrado que los electrodos pueden contener un valor máximo de humedad por debajo del 7% (antes del horneado), para que no se presente la inconformidad, valores de humedad superiores a este, podría ocasionar el agrietamiento; sin embargo no se han desarrollado estudios o pruebas de laboratorio adecuadas, para establecer cuál es la humedad óptima que pueden tolerar los electrodos y cuál es la velocidad de calentamiento en las rampas más adecuada.

Entre otras cosas, un secado ineficiente en los electrodos puede ocasionar problemas en la soldadura y/o dificultades de mantener arcos eléctricos estables, en el momento en que se aplique la soldadura.

1.13 EN LA ACTUALIDAD

El proceso de general de elaboración de electrodos se realiza bajo una orden de pedido previa a una orden de compra, todos los electrodos realizados en la empresa Lincoln Soldaduras de Colombia se realizan bajo este método, la organización no mantiene un stock en productos debido a que el costo de almacenamiento de productos es alto y la empresa no cuenta con bodegas de almacenamiento ni espacios libres en planta.

Una vez realizada la orden de compra por nuestros clientes el producto se comienza a fabricar y tiene un mínimo de entrega de 6 días y un máximo de 10 días en sus tiempos de entrega, éste depende de la cantidad a fabricar.

Teniendo en cuenta que el proceso de fabricación se realiza en la empresa en un margen de 16 horas diarias trabajadas de 6am a 10pm en las cuales se puede fabricar en un día un máximo de 20 toneladas la hoja guía de entrega y pedido interno de la compañía debe estar al detalle y con seguimiento previo a las siguientes pautas, con el fin de no tener multas por entregas de pedidos no completos.

Tabla 1. Hoja de seguimiento de producción Gricon 15 E-7018

	24	48	8	16
	5 días			

La tabla anterior se refiere al tiempo real que toma el proceso una vez se realiza la orden de producción, en este caso el pedido toma 5 días en terminación, teniendo como punto máximo de espera el área de patios.

En el caso de la GRICON 29 independientemente su diámetro el proceso de mezcla y extrusión es un poco más lento debido a que los componentes que tiene este tipo de electrodo su homogeneidad son más demoradas, haciendo que el

tiempo estimado de entrega sea mínimo de 7 días y máximo de 11 días, contemplando una producción diaria de Máximo 16 Toneladas, teniendo como supuesto que en la empresa no se registren ningún tipo de inconvenientes con las maquinas, como podrían ser paradas por mantenimientos correctivos o atascamiento de la mezcla en el tubo de extrusión queriendo decir que la mezcla se encuentra seca, así como cuente con el espacio suficiente para el almacenamiento del producto en el área de patios.

Tabla 2. Hoja de seguimiento de producción Gricon 29 E-6010

	36	48	8	16
	6 días			

La tabla anterior se refiere al tiempo real que toma el proceso una vez se realiza la orden de producción, en este caso el pedido toma 6 días en terminación, teniendo como punto máximo de espera el área de patios.

En la actualidad la empresa realiza mantenimientos todos los días sábados en horas de la tarde, son efectuadas por el segundo turno, estos mantenimientos se realizan con el fin de no hacer paradas repentinas en plena orden de producción cuando las máquinas están trabajando a su tope máximo.

La empresa tiene como objetivo eliminar los tiempos muertos o paradas inesperadas ya sea por espacio o por fallas en máquinas a lo cual se está realizando la implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros de maquinas por calidad, costos de producción, por lo cual se realiza esta investigación, ya que un espacio que no tenga rotación en la compañía genera altos costos de producción aumentando de esta forma los gastos para la compañía.

Grafica 9: Tiempo trabajado VS Tiempo muerto



En la anterior grafica puede observar las horas trabajadas semanalmente en la compañía así mismo puede observar las paradas semanales que se deben realizar ya que la rotación de producto en proceso es mínima haciendo que el producto se estanque y el proceso se detenga aumentando los costos y gastos de los cuales se hablaba anteriormente.

1.14 Alcance:

El enfoque del estudio se centra en los electrodos **GRICON 29 y GRICON 15**, en los diámetros **1/8 y 5/32**, ya que son los electrodos de mayor rotación de la compañía, los cuales generan cuellos de botella en la zona de patios donde se realiza el proceso de presecado de los electrodos.

El proyecto de estandarización del proceso de presecado de electrodos está bajo responsabilidad de Alberto Domínguez Acuña supervisor pasante de producción y bajo la asistencia del departamento de calidad.

El alcance de la investigación es minimizar y estandarizar el tiempo de presecado de los electrodos antes mencionados con el fin eliminar cuellos de botella, tiempos muertos en un 70% y paradas diarias constantes por falta de espacio en un 50%.

CAPITULO 2
MARCO TEORICO

MARCO TEORICO

Ya que este proyecto se centra en el proceso de climatización de los electrodos, proceso en el cual se logra dar a los electrodos las propiedades de humedad apropiadas para garantizar que cada electrodo Lincoln cumpla con los estándares internacionales con los que son evaluados.

Es necesario comprender en qué consiste el proceso de secado, y qué variables o fundamentos teóricos están involucrados en él, para esto a continuación se hace una breve explicación de cómo es el secado de electrodos, por qué se hace y cómo se realiza ese proceso dentro de la empresa, además se enuncian algunos conceptos teóricos fundamentales que se deben conocer para entender mejor este proceso.

Secado

El secado consiste en la eliminación del agua de un material que necesita estar seco para poder utilizarlo apropiadamente. El arte del secado consiste en hacerlo en el menor tiempo, el menor costo, obteniendo la mejor calidad posible. El método empleado depende de la naturaleza del material, cuando es muy blando con una estructura porosa, gruesa y elástica, como en una esponja, el agua se elimina por simple presión mecánica; pero para el caso de los electrodos este procedimiento no sería adecuado, ya que, estaría en peligro la integridad física de los electrodos, por esta razón el único medio posible para el secado de electrodos es el de evaporar el agua contenida en su revestimiento. (Ananias, 1994)

En el secado por evaporación de agua, se presentan dos procesos simultáneos:

1. Evaporación de agua en la superficie.
2. Movimiento de humedad interno.

Los factores que intervienen en ambos procesos dependen del material (porosidad, tamaño de grano, densidad, entre otras) y de factores independientes del material (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire).

Como se indicó anteriormente el único método práctico posible para secar electrodos es el de la evaporación de agua. El cual se rige bajo dos principios fundamentales para lograrlo.

2.1 Primer principio del secado: evaporación y calor necesario.

La evaporación es la transición del agua de la fase líquida a la fase de vapor. Lo esencial en esta transición es que se requiere aporte de calor. El fenómeno se observa cuando se hace hervir agua, pero lo mismo se aplica a la evaporación del agua a temperaturas por debajo del punto de ebullición.

El calor necesario para este fin se denomina “calor latente de evaporación”.

Estudios realizados sobre la madera, la cual, aprovecha la evaporación del agua como método de secado, demostró que hacen falta 0.14 m³ de gas o 0.44 Kg de leña en una combustión al 50% de eficiencia, para lograr evaporar 1 litro de agua. Con lo que se llega al primer principio del secado por evaporación: “para secar madera (o cualquier otro material) se necesita calor”. (Ananias, 1994)

Calor: (W)

Es la forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro, como resultado de la diferencia de temperatura que existe entre ambos sistemas.

Calor latente de vaporización:

Si colocamos un líquido dentro de un recipiente abierto y comenzamos a suministrarle calor, la temperatura del líquido comenzará a elevarse de manera continua. Esta elevación de temperatura se mantendrá, hasta que el líquido entre

en ebullición, a partir de ese momento, la temperatura permanecerá constante mientras exista líquido en el recipiente, y toda la energía suministrada de ahí en adelante, se utilizará para cambiar el estado de líquido a vapor. Durante ese proceso de temperatura invariable, en el recipiente coexistirán las dos fases.

Esa cantidad de energía absorbida durante el proceso de evaporación de un líquido en ebullición se conoce como calor latente de evaporación. Podemos entonces definir el calor latente de evaporación como la cantidad de calor absorbido por una unidad de masa de un líquido para pasar del estado líquido al gaseoso.

2.2.1 Segundo principio del secado

Evacuación del agua evaporada y circulación del aire.

El agua se evapora en la superficie o un poco por debajo de ella. Es en ese lugar donde se necesita el calor. Por lo que el calor debe ser transportado desde la fuente donde se origina, hasta la superficie de evaporación. A una determinada temperatura, el aire es capaz de absorber una cierta cantidad de vapor de agua que se mide en términos de su humedad relativa. Si la humedad relativa es de 100 % se dice que el aire está saturado, no puede absorber más vapor. A 0 % de humedad relativa se dice que el aire está seco. (Ananias, 1994)

Experimentos realizados en la madera. Han demostrado que a una temperatura de 40 °C y 50 % de humedad relativa se necesitan 40 m³ de aire seco para absorber 1 Kg. de agua.

Lo que demuestra que además de necesitarse una gran cantidad de energía en forma de calor para evaporar el agua, también es necesario aportar una gran cantidad de aire, no sólo para poder llevar el calor desde la fuente de calefacción hasta la superficie de evaporación, sino también para poder absorber el agua que se evapora. Esto sin tomar en cuenta que el aire que esta removiendo la humedad de la superficie, poco a poco se va saturando de ella, lo que ocasionaría

ue el aire no pudiera remover más humedad del cuerpo que se esta secando. Razón por la cual se hace necesario que el aire sea removido periódicamente, para no limitar su propiedad de absorción de humedad.

De aquí nace el segundo principio del secado por evaporación; “para secar madera (o cualquier otro material) se necesita aire circulando con la doble función de transportar el calor hasta la superficie de evaporación y arrastrar la humedad resultante de esa evaporación”. (Ananias, 1994)

Transferencia de calor:

La transferencia de calor puede definirse como la transmisión de energía en forma de calor desde una región a otra, resultado de la diferencia de temperatura existente entre ambas regiones.

Existen tres grandes principios fundamentales para la transferencia de calor, los cuales son: conducción, radiación y convección. Esta última se puede presentar de dos formas distintas, una conocida como convección libre, y la otra se conoce como convección forzada; dependiendo de la naturaleza con que se mueva el fluido.¹

Transferencia de calor por conducción:

La conducción es un proceso mediante el cual fluye el calor desde una región de temperatura alta a una región de temperatura baja dentro de un medio (sólido, líquido o gaseoso) o entre medios diferentes en contacto físico directo.

Transferencia de calor por convección:

La convección es un proceso de transporte de energía por la acción combinada de conducción de calor, almacenamiento de energía y movimiento de mezcla. La

¹ Frank P 2004 “Fundamentos de transferencia de calor ”
4 Edición pp. 912. Ciudad de México. México

convección cobra importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida y un líquido o un gas.

Convección libre o natural:

Es la que se da exclusivamente como resultado de la diferencia de densidades causado por los gradientes de temperatura presentes en el fluido.

Convección forzada:

Esta ocurre cuando el fluido responsable de la convección es influenciado por fuerzas externas como el trabajo de una bomba o un agitador que le induce energía al fluido.

Psicometría:

Es una rama de la ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano. Este aire, conocido como aire húmedo está constituido por una mezcla de aire seco y vapor de agua.

El aire seco es una mezcla de varios gases, siendo la composición general la siguiente:

- Nitrógeno: 77%
- Oxígeno: 22%
- Dióxido de carbono, y otros gases: 1%

El aire tiene la capacidad de retener una cantidad variable de vapor de agua en relación a la temperatura del aire. A menor temperatura, menor cantidad de vapor y a mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua; a presión atmosférica constante. (Ananias, 1994)

Usos de la Psicometría:

Es una rama útil para la conservación de alimentos en cámaras frigoríficas, climatización de locales y procesos de secado.

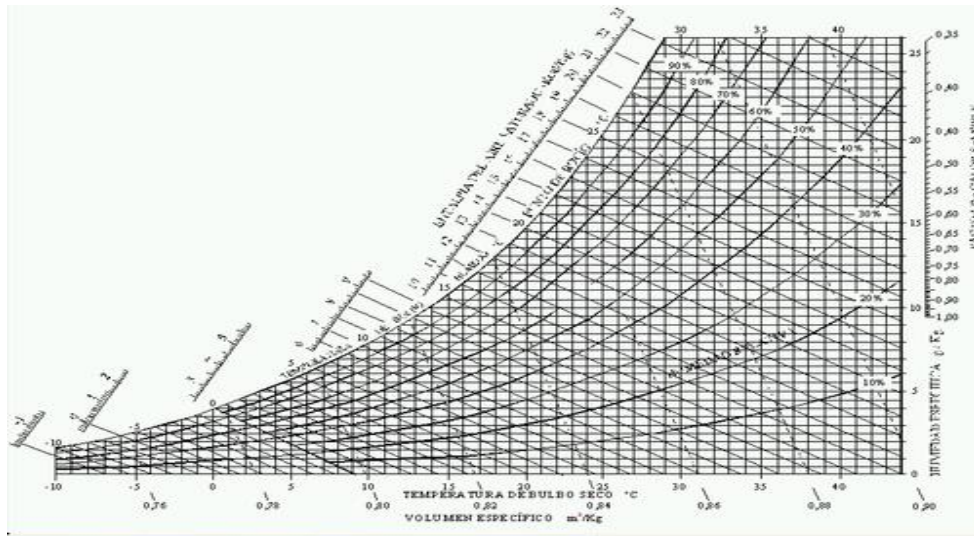
Diagrama psicométrico:

Es un diagrama que relaciona múltiples parámetros relacionados con una mezcla de aire: temperatura, humedad relativa, humedad absoluta, punto de rocío, entalpía o calor total, calor sensible, calor, latente y volumen específico del aire.

El diagrama no es constante, ya que es variable con la altura sobre el nivel del mar. En 2 ejemplos siguientes se puede observar el resultado de un diagrama Psicométrico

Ejemplo de un diagrama psicométrico.

Grafica 10: Diagrama Psicométrico

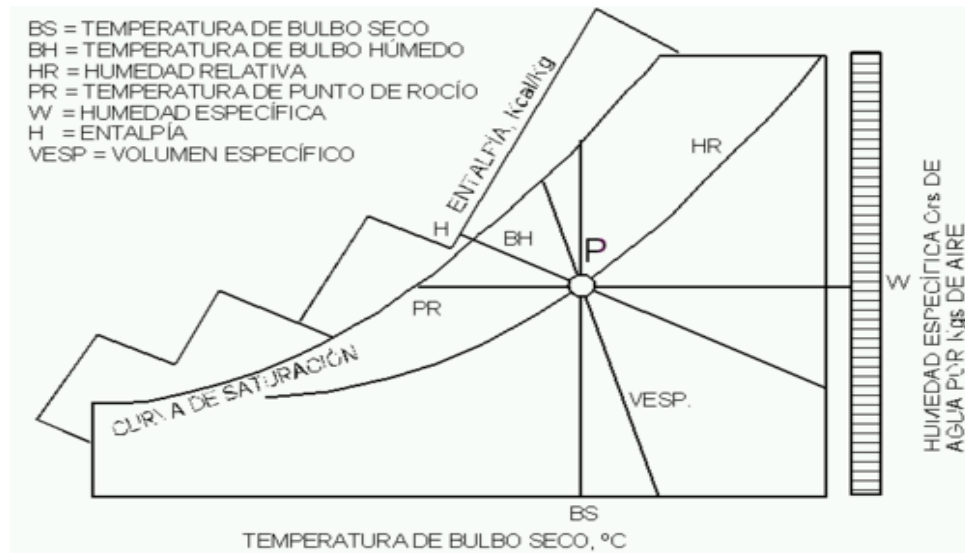


Fuente: Vida sostenible.blogspot

En este ejemplo este es un análisis donde se puede evidenciar la humedad del bulbo seco, húmedo y la humedad relativa y específica de un material o cuerpo al cual se le esté practicando la prueba, en este caso el ejemplo corresponde a un

principio de secado de granos el cual proporciona de forma concisa una gran cantidad de datos de las propiedades físicas de los mismos.

Grafica 11: Diagrama psicrométrico conceptual.



Fuente: Wikipedia – Psicometría

En este gráfico en particular se puede observar las variables que conforman el diagrama Psicométrico, estas variables al no ser constantes y varíen según la altura sobre el nivel del mar, pueden determinar de forma concisa las propiedades a las cuales sufre debido a la humedad relativa del ambiente.

Medición de la humedad relativa por un psicrómetro:

El Psicrómetro está formado por dos termómetros; que determina la humedad relativa midiendo la temperatura ambiente y la temperatura de una fuente de agua en evaporación. El bulbo de uno de ellos está envuelto en un tejido que se mantiene siempre humedecido.

Principio de funcionamiento:

La evaporación desde la superficie del bulbo húmedo dentro de la corriente de aire enfría el bulbo, hasta una temperatura estacionaria tal, que haya un equilibrio entre el calor perdido por la evaporación y el ganado por la convección y radiación. Esta temperatura depende de la presión, temperatura y humedad de la atmósfera. Así pues cuando se dispone de un valor aproximado de presión, la humedad puede obtenerse a partir de las temperaturas observadas de los bulbos húmedo y seco.

Temperatura del bulbo seco: (°C, k)

Es la temperatura del aire húmedo, indicada por un termómetro ordinario que mide la temperatura del aire. También es conocida como temperatura del aire del medio que se estudia.

Temperatura de bulbo húmedo: (°C, k)

Se refiere a la temperatura medida desde un termómetro cuyo bulbo se encuentra en contacto permanente con un algodón, el cual está sumergido en unos de sus extremos en agua. Debido al calor latente de evaporación, esta temperatura permanece debajo de la temperatura del aire, y es la temperatura que posee el vapor de agua que se encuentra en el aire. (Ananias, 1994)

CAPITULO 3

MARCO METODOLIGO

MARCO METODOLOGICO

El marco en el cual está comprendida esta tesis es de carácter exploratorio ya que se realiza en un ámbito maestral pequeño en el cual se explora el

comportamiento de los electrodos desde que salen del área de extrusión hasta el punto de entrada al horno pasando por los tiempos y humedad del producto en sus distintos tiempos de presecado, este tipo de estudio se realiza ya que sus resultados son rápidos y define variables relevantes para minimizar tiempos de presecado de los electrodos además nos permite observar el comportamiento real que tienen dichos elementos en el patio de presecado registrando cada detalle de lo observado.

Finalmente se realiza un diseño de tipo concluyente ya que las características de este suelen presentarse para elementos y muestras cuantitativas donde se describe el tipo de muestra y hay un porcentaje estadístico para su medición tanto como pueden ser medias varianzas y porcentajes los cuales nos sirven para analizar y determinar puntos de minimización eficaces a la hora de realizar pruebas y con ello tomar o sugerir pautas para mejorar el proceso.

3.1 Desarrollo de las pruebas de humedad:

Las pruebas de humedad fueron hechas en la Sala de Soldadura de la empresa LSC. Utilizando los equipos de medición de humedad que se encuentran en la sala, realizándolas con los electrodos que se encontraban dispuestos en los carros de carga de los electrodos (fig. 11), que reposan en el patio, previamente son seleccionados de forma aleatoria para el estudio.

La cantidad de carros analizados fue de tres carros por cada tipo de electrodo, para las presentaciones de 1/8, y 5/32 mm. Los carros seleccionados no tenían más de una hora de haber sido extruidos, y se realizó el análisis por un periodo de 30 horas aproximadamente. Periodo en el cual, se hicieron cuatro (4) muestras de electrodos en el carro; la primera muestra se realizo durante la primera hora de haber sido extruidos los electrodos, la segunda muestra hecha al cabo de 5 o 6 horas más tarde, luego de haber sido realizada la primera muestra, la tercera muestra se realizo veinticuatro (24) horas más tarde, y la última, se efectuó seis

horas después (30 horas). En cada muestra se recogió un total de 30 electrodos distribuíos a lo alto de la columna central de las parrillas de electrodos de cada carro estudiado, partiendo de la parrilla superior, tomando un electrodo en cada parrilla hasta llegar a la última parrilla de esa columna.

3.2 El procedimiento que se siguió para las pruebas de humedad fue el siguiente:

1. Al comenzar el día de estudio, se escogió un carro de electrodos que había sido extruido en cualquiera de las líneas de extrusión esa misma mañana, seleccionando el carro que acababa de salir de la línea de extrusión.
2. Se tomo un registro de humedad relativa del ambiente circundante, mediante un termo higrómetro el cual sirve para determinar la humedad del aire y la temperatura del ambiente y su accionamiento fue realizado por un inspector de calidad el cual se encuentra capacitado para manejar dicho elemento luego se tomo la presión de extrusión, la consistencia de la mezcla con la que se alimentó la extrusora, la cantidad de agua de la mezcla y la cantidad de mezcla recuperado a lo que comúnmente se le conocer con el nombre de Flux.
3. Posterior a esto, se realizo la toma de electrodos, fijando la hora a la cual era realizada la muestra y depositando cada electrodo, en una bolsa plástica de poliolefina de 2 cm de ancho y 25 cm de largo y sellada después de ingresar el electrodo con el cual se buscaba proteger el electrodo del ambiente, mientras se realizaban las pruebas de humedad.
4. Con las muestras de electrodos en la sala de soldadores, se procedió a realizar las pruebas de humedad, respetando la ubicación en las parrillas, tal y como se efectúa en la sala de soldadores para el control de las horneadas.

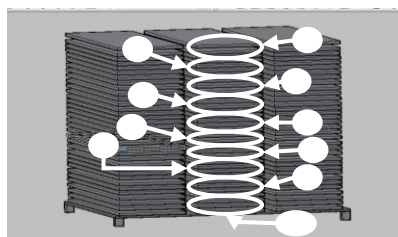
Para cada prueba de humedad se emplearon tres electrodos, por lo que se hicieron diez pruebas de humedad por muestra

- Los valores obtenidos se recopilaron en una gráfica al finalizar las pruebas las cuales determinan las curvas de secado.

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3			
2	4,5,6			
3	7,8,9			
4	10,11,12			
5	13,14,15			
6	16,17,18			
7	19,20,21			
8	22,23,24			
9	25,26,27			
10	28,29,30			
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado

Tabla de datos de las pruebas de humedad. Tabla 1

La anterior tabla fue diseñada por el autor, es una tabla en la cual se plasmara el resultado de las pruebas obtenidas, con el fin de determinar qué hora es óptima en el proceso y en qué posición se ve más afectado el electrodo haciendo que se genere un punto básico para la toma y muestra del electrodo con mayor índice de humedad. **Gráfica: 11 Carro de electrodos**



Fuente; Autor

Diagrama esquemático de un carro de electrodos, donde se indican las diferentes posiciones de muestreo del cuales se tomaron las muestras de la prueba.

Resultados obtenidos por las pruebas de humedad

3.3 Pruebas de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 1/8

La primera prueba se realizó los días 11 y 12 de Noviembre del 2012.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
11/11/2012	08:00 a.m.	08:15 a.m.	77%	10 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	08:35 a.m.		7,79
2	4,5,6	08:35 a.m.		8,09
3	7,8,9	08:55 a.m.		7,99
4	10,11,12	09:00 a.m.		8,01
5	13,14,15	09:25 a.m.		7,73
6	16,17,18	09:25 a.m.		8,18
7	19,20,21	09:50 a.m.		7,80
8	22,23,24	09:55 a.m.		8,18
9	25,26,27	10:19 a.m.		7,25
10	28,29,30	10:23 p.m.		7,66
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg.		50 Kg

Tabla 2

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 3

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
11/11/2012	08:00 a.m.	02:20 p.m.	75%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:37 p.m.		2,60
2	4,5,6	03:02 p.m.		3,22
3	7,8,9	03:12 p.m.		3,56
4	10,11,12	03:26 p.m.		3,87
5	13,14,15	03:39 p.m.		4,09
6	16,17,18	04:30 p.m.		4,43
7	19,20,21	04:45 a.m.		4,58
8	22,23,24	04:55 p.m.		4,65
9	25,26,27	05:15 p.m.		4,73
10	28,29,30	05:30 p.m.		4,82
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg.		50 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 4

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
12/11/2012	08:00 a.m.	08:45 a.m.	75%	8°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		2,10
2	4,5,6	09:10 a.m.		2,21
3	7,8,9	09:31 a.m.		2,40
4	10,11,12	09:36 a.m.		2,18
5	13,14,15	10:17 a.m.		2,11
6	16,17,18	10:45 a.m.		2,32
7	19,20,21	10:45 a.m.		2,80
8	22,23,24	11:15 a.m.		2,56
9	25,26,27	11:08 a.m.		2,39
10	28,29,30	11:35 a.m.		2,42
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg.		50 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 5

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
12/11/2012	08:00 a.m.	02:00 p.m.	73%	12 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:30 p.m.		2,21
2	4,5,6	03:15 p.m.		2,19
3	7,8,9	03:12 p.m.		2,32
4	10,11,12	03:35 p.m.		2,29
5	13,14,15	03:29 p.m.		2,18
6	16,17,18	04:30 p.m.		2,36
7	19,20,21	04:40 a.m.		2,12
8	22,23,24	04:55 p.m.		2,19
9	25,26,27	05:10 p.m.		2,17
10	28,29,30	05:20 p.m.		2,18
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg.		50 Kg

La segunda prueba se realizó los días 13 y 14 de Noviembre del 2012.

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 6

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
13/11/2012	08:45 a.m.	09:00 a.m.	72%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:10 a.m.		7,89
2	4,5,6	09:15 a.m.		8,12
3	7,8,9	09:30 a.m.		8,01
4	10,11,12	09:45 a.m.		8,11
5	13,14,15	09:49 a.m.		7,83
6	16,17,18	10:10 a.m.		8,08
7	19,20,21	10:15 a.m.		7,89
8	22,23,24	10:39 a.m.		8,15
9	25,26,27	10:40 a.m.		7,20
10	28,29,30	11:10 a.m.		7,63
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		20 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 7

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
13/11/2012	08:45 a.m.	02:20 p.m.	75%	14 °C
Línea	Tipo de electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:27 p.m.		2,61
2	4,5,6	04:02 p.m.		3,25
3	7,8,9	03:15 p.m.		3,52
4	10,11,12	03:29 p.m.		3,85
5	13,14,15	03:49 p.m.		4,19
6	16,17,18	04:30 p.m.		4,53
7	19,20,21	04:45 a.m.		4,65
8	22,23,24	04:59 p.m.		4,69
9	25,26,27	05:00 p.m.		4,77
10	28,29,30	05:30 p.m.		4,86
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		20 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 8

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
14/11/2012	08:45 a.m.	08:45 a.m.	70%	13°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	08:55,:00 a.m.		2,13
2	4,5,6	09:10 a.m.		2,26
3	7,8,9	09:21 a.m.		2,48
4	10,11,12	09:46 a.m.		2,19
5	13,14,15	10:20 a.m.		2,12
6	16,17,18	10:45 a.m.		2,34
7	19,20,21	10:45 a.m.		2,82
8	22,23,24	11:25 a.m.		2,58
9	25,26,27	11:38 a.m.		2,43
10	28,29,30	11:57 a.m.		2,51
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		20 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 9

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
14/11/2012	08:45 a.m.	02:00 p.m.	70%	14 C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:15 p.m.		2,29
2	4,5,6	03:17 p.m.		2,24
3	7,8,9	03:18 p.m.		2,36
4	10,11,12	03:35 p.m.		2,33
5	13,14,15	03:29 p.m.		2,20
6	16,17,18	04:30 p.m.		2,43
7	19,20,21	04:38 a.m.		2,18
8	22,23,24	04:50 p.m.		2,19
9	25,26,27	05:10 p.m.		2,21
10	28,29,30	05:25 p.m.		2,20
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		20 Kg

La tercera prueba

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 10

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
28/11/2012	09:00 a.m.	09:20 a.m.	70%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:15 a.m.		7,99
2	4,5,6	09:15 a.m.		8,22
3	7,8,9	09:30 a.m.		8,11
4	10,11,12	09:55 a.m.		8,21
5	13,14,15	09:50 a.m.		7,93
6	16,17,18	10:12 a.m.		8,18
7	19,20,21	10:16 a.m.		7,99
8	22,23,24	10:40 a.m.		8,25
9	25,26,27	10:43 a.m.		7,31
10	28,29,30	11:15 a.m.		7,73
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001209		5 Kg.		

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 11

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
28/11/2012	09:00 a.m.	02:10 p.m.	73%	12 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:20 p.m.		2,41
2	4,5,6	03:02 p.m.		3,05
3	7,8,9	03:17 p.m.		3,32
4	10,11,12	03:33 p.m.		3,62
5	13,14,15	03:51 p.m.		4,09
6	16,17,18	04:32 p.m.		4,49
7	19,20,21	04:48 a.m.		4,50
8	22,23,24	04:59 p.m.		4,70
9	25,26,27	05:07 p.m.		4,67
10	28,29,30	05:21 p.m.		4,76
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001209		5 Kg.		

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 12

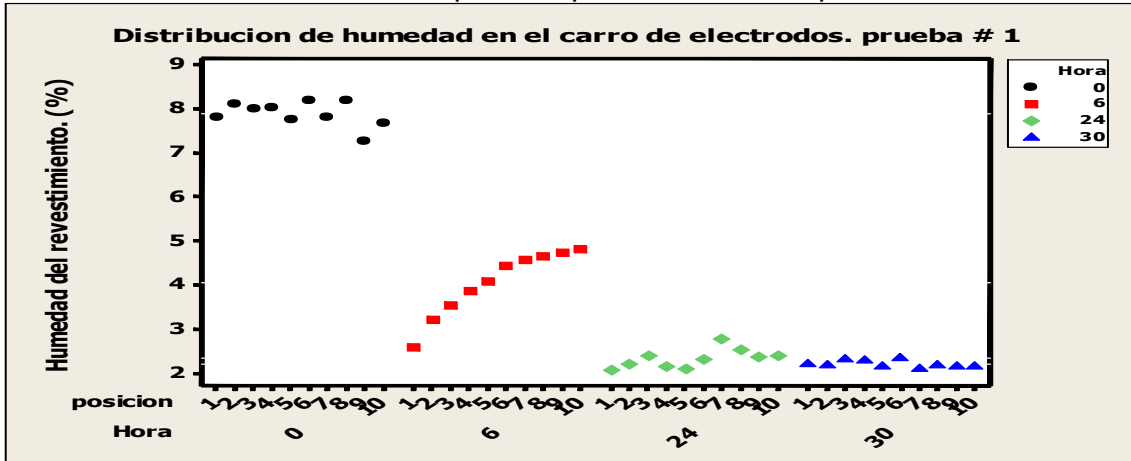
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
29/11/2012	09:00 a.m.	08:15 a.m.	75%	10°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	08:35 a.m.		2,16
2	4,5,6	09:18 a.m.		2,29
3	7,8,9	09:23 a.m.		2,58
4	10,11,12	09:49 a.m.		2,29
5	13,14,15	10:21 a.m.		2,26
6	16,17,18	10:50 a.m.		2,44
7	19,20,21	10:55 a.m.		2,91
8	22,23,24	11:37 a.m.		2,60
9	25,26,27	11:40 a.m.		2,47
10	28,29,30	11:58 a.m.		2,59
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001209		5 Kg.		

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 13

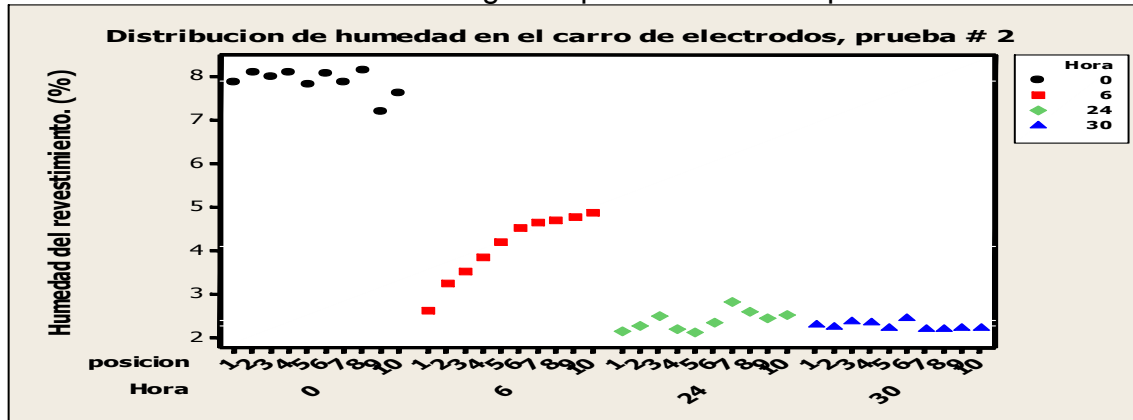
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
29/11/2012	09:00 a.m.	02:10 p.m.	74%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	1/8 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:20 p.m.		2,30
2	4,5,6	03:18 p.m.		2,28
3	7,8,9	03:27 p.m.		2,37
4	10,11,12	03:39 p.m.		2,39
5	13,14,15	03:40 p.m.		2,29
6	16,17,18	04:28 p.m.		2,41
7	19,20,21	04:38 a.m.		2,19
8	22,23,24	04:51 p.m.		2,23
9	25,26,27	05:00 p.m.		2,27
10	28,29,30	05:15 p.m.		2,29
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001209		5 Kg.		

3.3.1 Curva de secado en el patio, para el GRICON 15 de 1/8mm

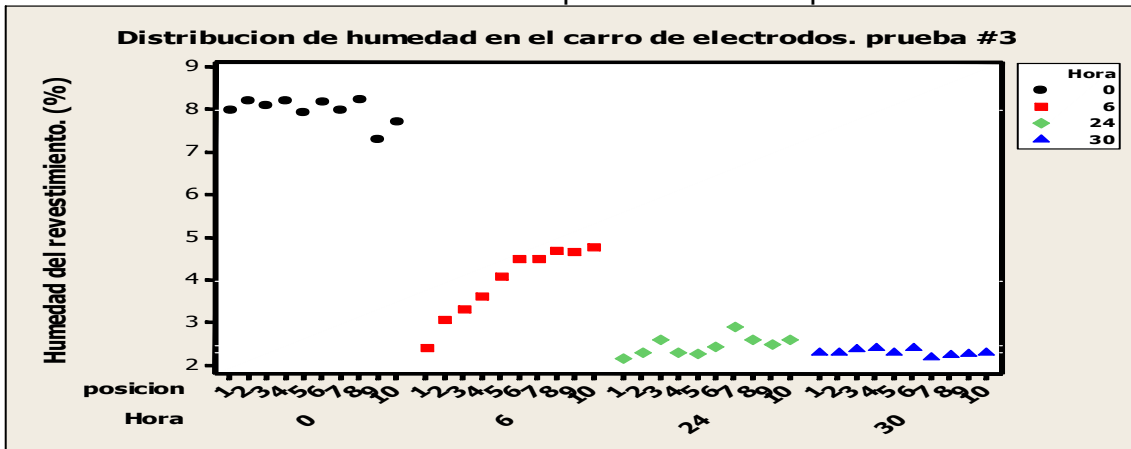
Distribución de humedad en la primera prueba realizada para el GRICON 15



Distribución de humedad en la segunda prueba realizada para el GRICON 15



Distribución de humedad en la tercera prueba realizada para el GRICON 15



3.4 Pruebas de humedad para el GRICON 15 (E-7018), de 5/32 mm.

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 14

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
09/11/2012	08:30 a.m.	08:39 a.m.	71%	14 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		8,80
2	4,5,6	09:05 a.m.		9,19
3	7,8,9	09:19 a.m.		8,99
4	10,11,12	09:35 a.m.		9,00
5	13,14,15	09:46 a.m.		8,83
6	16,17,18	09:59 a.m.		9,28
7	19,20,21	10:12 a.m.		9,87
8	22,23,24	10:19 a.m.		9,18
9	25,26,27	10:30 a.m.		8,35
10	28,29,30	11:00 a.m.		8,86
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 15

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
09/11/2012	08:00 a.m.	02:20 p.m.	71%	15 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:37 p.m.		3,01
2	4,5,6	03:02 p.m.		3,62
3	7,8,9	03:12 p.m.		3,91
4	10,11,12	03:26 p.m.		4,22
5	13,14,15	03:39 p.m.		4,41
6	16,17,18	04:30 p.m.		4,73
7	19,20,21	04:45 a.m.		4,98
8	22,23,24	04:55 p.m.		5,05
9	25,26,27	05:15 p.m.		5,03
10	28,29,30	05:30 p.m.		5,02
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 16

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
10/11/2012	08:00 a.m.	08:45 a.m.	73%	13°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		2,20
2	4,5,6	09:10 a.m.		2,29
3	7,8,9	09:31 a.m.		2,51
4	10,11,12	09:36 a.m.		2,38
5	13,14,15	10:17 a.m.		2,26
6	16,17,18	10:45 a.m.		2,47
7	19,20,21	10:45 a.m.		2,92
8	22,23,24	11:15 a.m.		2,66
9	25,26,27	11:08 a.m.		2,59
10	28,29,30	11:35 a.m.		2,42
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 17

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
10/11/2012	08:00 a.m.	02:00 p.m.	70%	13
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:30 p.m.		2,31
2	4,5,6	03:15 p.m.		2,29
3	7,8,9	03:12 p.m.		2,62
4	10,11,12	03:35 p.m.		2,49
5	13,14,15	03:29 p.m.		2,68
6	16,17,18	04:30 p.m.		2,56
7	19,20,21	04:40 a.m.		2,32
8	22,23,24	04:55 p.m.		2,30
9	25,26,27	05:10 p.m.		2,29
10	28,29,30	05:20 p.m.		2,34
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		50 Kg

La segunda prueba

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 18

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
30/11/2012	08:00 a.m.	08:39 a.m.	70%	10 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	10:00 a.m.		8,74
2	4,5,6	10:10 a.m.		8,98
3	7,8,9	10:19 a.m.		8,92
4	10,11,12	10:32 a.m.		9,01
5	13,14,15	10:36 a.m.		8,63
6	16,17,18	10:51 a.m.		9,11
7	19,20,21	10:57 a.m.		9,76
8	22,23,24	11:12 a.m.		9,08
9	25,26,27	11:14 a.m.		8,12
10	28,29,30	11:41 a.m.		8,56
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001236		8 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 19

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
30/11/2012	08:00 a.m.	02:20 p.m.	68%	12 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:47 p.m.		2,69
2	4,5,6	03:02 p.m.		3,32
3	7,8,9	03:02 p.m.		3,66
4	10,11,12	03:26 p.m.		3,92
5	13,14,15	03:29 p.m.		4,19
6	16,17,18	04:30 p.m.		4,54
7	19,20,21	04:53 a.m.		4,78
8	22,23,24	04:53 p.m.		4,85
9	25,26,27	05:10 p.m.		4,95
10	28,29,30	05:25 p.m.		5,02
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001236		8 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 20

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
01/12/2012	08:00 a.m.	08:44 a.m.	70%	13°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		2,33
2	4,5,6	09:20 a.m.		2,41
3	7,8,9	09:41 a.m.		2,60
4	10,11,12	09:36 a.m.		2,38
5	13,14,15	10:07 a.m.		2,31
6	16,17,18	10:40 a.m.		2,52
7	19,20,21	10:45 a.m.		2,98
8	22,23,24	11:10 a.m.		2,77
9	25,26,27	11:05 a.m.		2,63
10	28,29,30	11:35 a.m.		2,56
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001236		8 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 21

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
01/12/2012	08:00 a.m.	02:00 p.m.	73%	20
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:40 p.m.		2,81
2	4,5,6	03:12 p.m.		2,65
3	7,8,9	03:02 p.m.		2,86
4	10,11,12	03:30 p.m.		2,71
5	13,14,15	03:29 p.m.		2,94
6	16,17,18	04:30 p.m.		2,81
7	19,20,21	04:35 a.m.		2,68
8	22,23,24	04:53 p.m.		2,71
9	25,26,27	05:10 p.m.		2,63
10	28,29,30	05:30 p.m.		2,67
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001236		8 Kg		40 Kg

La tercera prueba

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 22

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
02/12/2012	09:00 a.m.	09:36 a.m.	70%	14 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:45 a.m.		8,87
2	4,5,6	09:45 a.m.		9,25
3	7,8,9	10:09 a.m.		9,04
4	10,11,12	10:35 a.m.		9,07
5	13,14,15	10:46 a.m.		9,00
6	16,17,18	10:59 a.m.		9,35
7	19,20,21	11:12 a.m.		9,93
8	22,23,24	11:29 a.m.		9,28
9	25,26,27	11:30 a.m.		8,47
10	28,29,30	11:50 a.m.		8,96
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001194		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 23

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
02/12/2012	09:00 a.m.	02:20 p.m.	70%	12 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:30 p.m.		2,97
2	4,5,6	03:12 p.m.		3,58
3	7,8,9	03:12 p.m.		3,82
4	10,11,12	03:25 p.m.		4,13
5	13,14,15	03:40 p.m.		4,38
6	16,17,18	04:25 p.m.		4,67
7	19,20,21	04:51 a.m.		4,91
8	22,23,24	04:55 p.m.		5
9	25,26,27	05:15 p.m.		4,98
10	28,29,30	05:30 p.m.		4,98
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001251		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 24

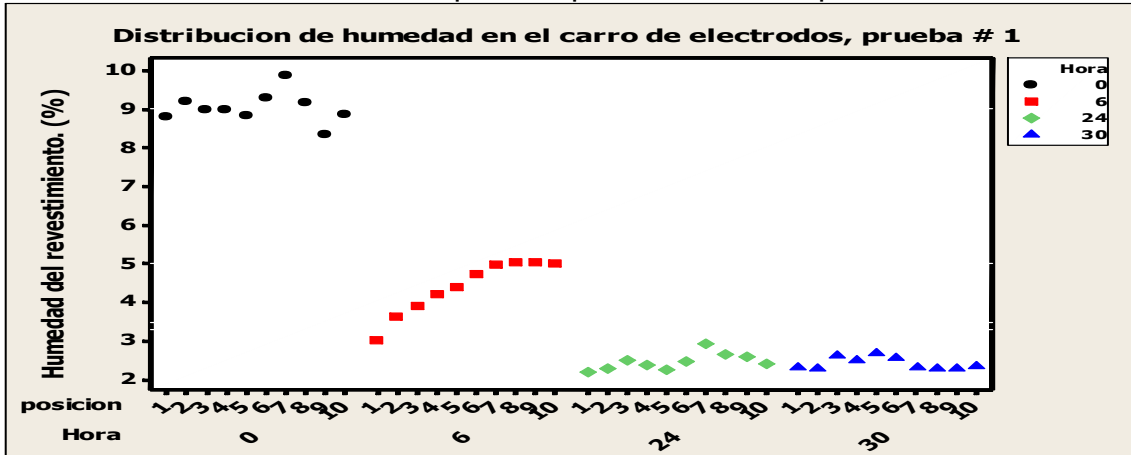
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
03/12/2012	09:00 a.m.	08:45 a.m.	70%	10 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		2,24
2	4,5,6	09:15 a.m.		2,32
3	7,8,9	09:31 a.m.		2,56
4	10,11,12	09:36 a.m.		2,43
5	13,14,15	10:20 a.m.		2,3
6	16,17,18	10:35 a.m.		2,49
7	19,20,21	10:45 a.m.		3
8	22,23,24	11:15 a.m.		2,72
9	25,26,27	11:08 a.m.		2,62
10	28,29,30	11:35 a.m.		2,5
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001251		8 Kg		50 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 25

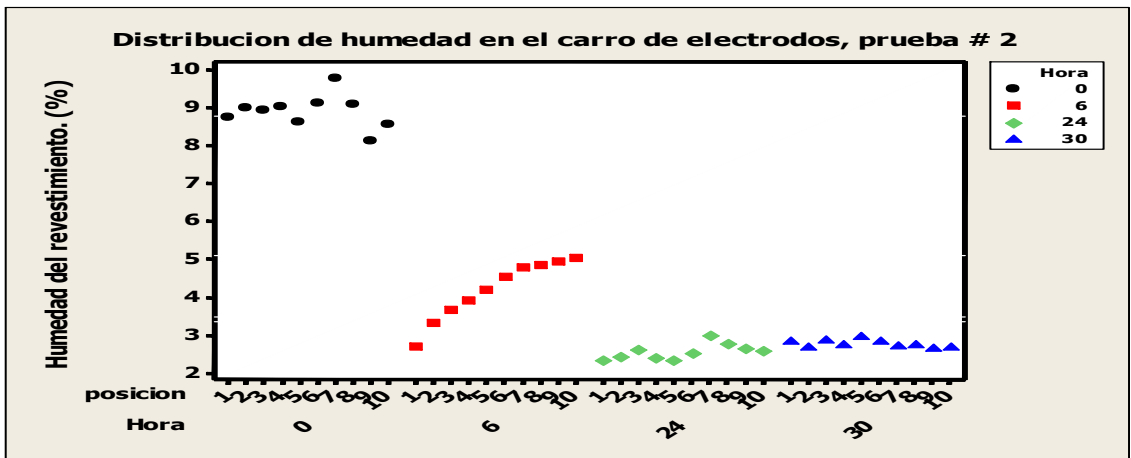
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
03/12/2012	09:00 a.m.	02:00 p.m.	71%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
1	E-7018	5/32 mm	140 bar	50 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:15 p.m.		2,39
2	4,5,6	02:15 p.m.		2,35
3	7,8,9	03:00 p.m.		2,62
4	10,11,12	03:25 p.m.		2,56
5	13,14,15	03:40 p.m.		2,72
6	16,17,18	04:20 p.m.		2,64
7	19,20,21	04:40 a.m.		2,38
8	22,23,24	04:48 p.m.		2,43
9	25,26,27	04:56 p.m.		2,36
10	28,29,30	05:15 p.m.		2,41
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001251		8 Kg		50 Kg

3.4.1 Curva de secado en el patio, para el GRICON 15 de 5/32

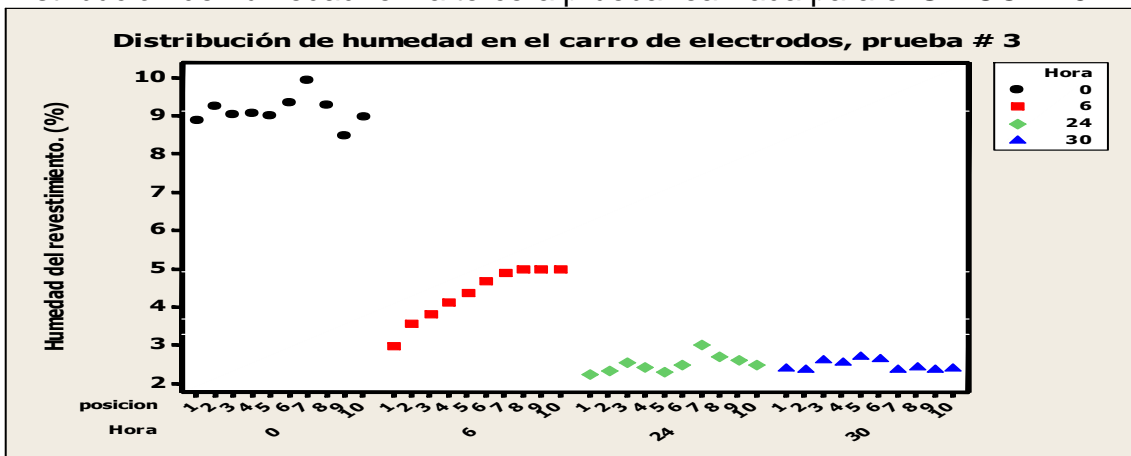
Distribución de humedad en la primera prueba realizada para el GRICON 15 5/32



Distribución de humedad en la segunda prueba



Distribución de humedad en la tercera prueba realizada para el GRICON 15



3.5 Pruebas de humedad para el GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm

La primera prueba:

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 26

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
18/12/2012	08:30 a.m.	08:45 a.m.	70%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		19,23
2	4,5,6	09:20 a.m.		20,04
3	7,8,9	09:41 a.m.		19,72
4	10,11,12	09:36 a.m.		20,95
5	13,14,15	10:07 a.m.		19,58
6	16,17,18	10:40 a.m.		19,38
7	19,20,21	10:45 a.m.		20,10
8	22,23,24	11:10 a.m.		19,17
9	25,26,27	11:05 a.m.		20,03
10	28,29,30	11:35 a.m.		19,98
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001175		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 27

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
18/12/2012	08:30 a.m.	02:00 p.m.	70%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:08 p.m.		12,28
2	4,5,6	02:25 p.m.		15,40
3	7,8,9	02:30 p.m.		15,52
4	10,11,12	02:40 p.m.		15,94
5	13,14,15	02:54 p.m.		16,65
6	16,17,18	03:18 p.m.		16,85
7	19,20,21	03:30 p.m.		14,70
8	22,23,24	03:36 p.m.		14,62
9	25,26,27	03:50 p.m.		16,58
10	28,29,30	04:20 p.m.		16,77
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001175		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 28

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
19/12/2012	08:30 a.m.	08:45 a.m.	75%	9°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:10 a.m.		7,51
2	4,5,6	09:19 a.m.		8,94
3	7,8,9	09:37 a.m.		8,72
4	10,11,12	09:40 a.m.		9,70
5	13,14,15	10:43 a.m.		10,34
6	16,17,18	10:45 a.m.		11,00
7	19,20,21	11:20 a.m.		10,98
8	22,23,24	11:32 a.m.		19,61
9	25,26,27	11:59 a.m.		9,63
10	28,29,30	12:05 p.m.		9,74
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001175		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 29

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
19/12/2012	08:30 a.m.	01:30 p.m.	70%	11°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:38 p.m.		6,05
2	4,5,6	01:49 p.m.		5,97
3	7,8,9	02:05 p.m.		5,62
4	10,11,12	02:23 p.m.		5,70
5	13,14,15	02:36 p.m.		5,78
6	16,17,18	03:07 p.m.		6,20
7	19,20,21	03:28 p.m.		6,27
8	22,23,24	03:30 p.m.		6,45
9	25,26,27	03:50 p.m.		6,53
10	28,29,30	04:27 p.m.		6,65
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001175		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 30

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
16/12/2012	09:00 a.m.	09:20 a.m.	70%	15°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:40 a.m.		19,21
2	4,5,6	10:00 a.m.		19,98
3	7,8,9	10:15 a.m.		19,67
4	10,11,12	10:39 a.m.		20,02
5	13,14,15	10:50 a.m.		19,55
6	16,17,18	11:15 a.m.		18,31
7	19,20,21	11:42 a.m.		19,05
8	22,23,24	11:54 a.m.		19,07
9	25,26,27	12:15 p.m.		18,60
10	28,29,30	12:15 p.m.		18,89
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001221		3 Kg		30 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 31

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
16/12/2012	09:00 a.m.	02:39 p.m.	71%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	03:10 p.m.		13,13
2	4,5,6	03:25 p.m.		16,33
3	7,8,9	03:40 p.m.		16,43
4	10,11,12	04:00 p.m.		16,82
5	13,14,15	04:20 p.m.		17,58
6	16,17,18	04:39 p.m.		17,77
7	19,20,21	04:53 p.m.		15,64
8	22,23,24	04:52 p.m.		15,53
9	25,26,27	05:12 p.m.		17,54
10	28,29,30	05:15 p.m.		17,65
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001221		3 Kg		30 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 32

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
17/12/2012	09:00 a.m.	08:45 a.m.	70%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:25 a.m.		8,36
2	4,5,6	09:37 a.m.		9,88
3	7,8,9	10:20 a.m.		9,63
4	10,11,12	10:36 a.m.		10,63
5	13,14,15	10:50 a.m.		11,26
6	16,17,18	11:18 a.m.		11,90
7	19,20,21	11:45 a.m.		11,86
8	22,23,24	11:50 a.m.		10,50
9	25,26,27	12:15 p.m.		10,50
10	28,29,30	12:10 p.m.		10,67
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001221		3 Kg		30 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 33

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
17/12/2012	09:00 a.m.	01:30 p.m.	70%	12 °c
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:48 p.m.		6,04
2	4,5,6	01:49 p.m.		5,85
3	7,8,9	02:15 p.m.		5,53
4	10,11,12	02:29 p.m.		5,60
5	13,14,15	02:39 p.m.		5,71
6	16,17,18	02:57 p.m.		6,15
7	19,20,21	03:20 p.m.		6,28
8	22,23,24	03:30 p.m.		6,34
9	25,26,27	04:00 p.m.		6,51
10	28,29,30	04:25 p.m.		6,61
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001221		3 Kg		30 Kg

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 34

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
06/12/2012	08:30 a.m.	08:45 a.m.	70%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:00 a.m.		19,15
2	4,5,6	09:20 a.m.		19,96
3	7,8,9	09:41 a.m.		19,64
4	10,11,12	09:36 a.m.		20,87
5	13,14,15	10:07 a.m.		19,50
6	16,17,18	10:40 a.m.		19,30
7	19,20,21	10:45 a.m.		20,02
8	22,23,24	11:10 a.m.		19,09
9	25,26,27	11:05 a.m.		19,95
10	28,29,30	11:35 a.m.		19,90
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001243		2 Kg		

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 6." TABLA 35

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
06/12/2012	08:30 a.m.	02:00 p.m.	70%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	02:08 p.m.		12,20
2	4,5,6	02:25 p.m.		15,32
3	7,8,9	02:30 p.m.		15,44
4	10,11,12	02:40 p.m.		15,86
5	13,14,15	02:54 p.m.		16,57
6	16,17,18	03:18 p.m.		16,77
7	19,20,21	03:30 p.m.		14,62
8	22,23,24	03:36 p.m.		14,54
9	25,26,27	03:50 p.m.		16,50
10	28,29,30	04:20 p.m.		16,69
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001243		2 Kg		

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 36

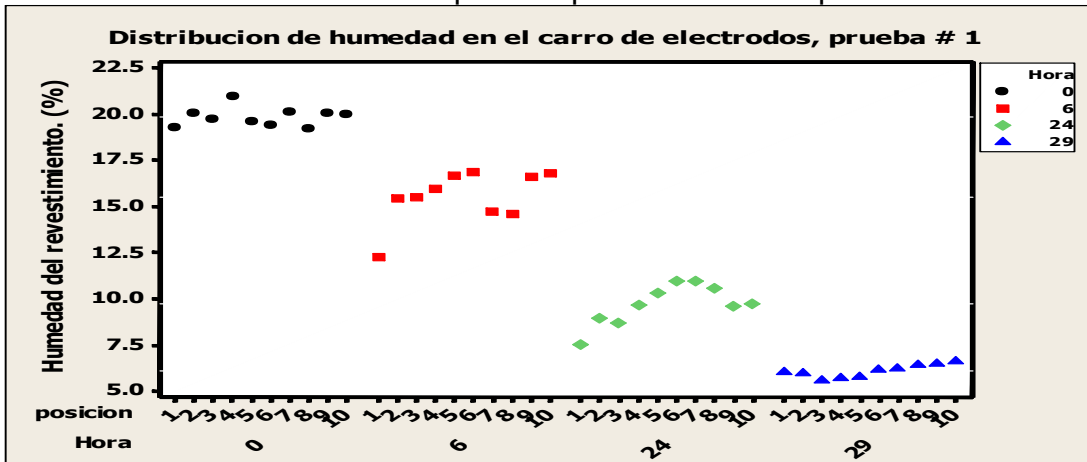
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
07/12/2012	08:30 a.m.	08:45 a.m.	71%	13°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:10 a.m.		7,43
2	4,5,6	09:19 a.m.		8,86
3	7,8,9	09:37 a.m.		8,64
4	10,11,12	09:40 a.m.		9,62
5	13,14,15	10:43 a.m.		10,26
6	16,17,18	10:45 a.m.		10,92
7	19,20,21	11:20 a.m.		10,90
8	22,23,24	11:32 a.m.		19,53
9	25,26,27	11:59 a.m.		9,55
10	28,29,30	12:05 p.m.		9,66
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001243		2 Kg		

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 37

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
07/12/2012	08:30 a.m.	01:30 p.m.	60%	33°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	1/8 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:38 p.m.		5,97
2	4,5,6	01:49 p.m.		5,89
3	7,8,9	02:05 p.m.		5,54
4	10,11,12	02:23 p.m.		5,62
5	13,14,15	02:36 p.m.		5,70
6	16,17,18	03:07 p.m.		6,12
7	19,20,21	03:28 p.m.		6,19
8	22,23,24	03:30 p.m.		6,37
9	25,26,27	03:50 p.m.		6,45
10	28,29,30	04:27 p.m.		6,57
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001243		2 Kg		

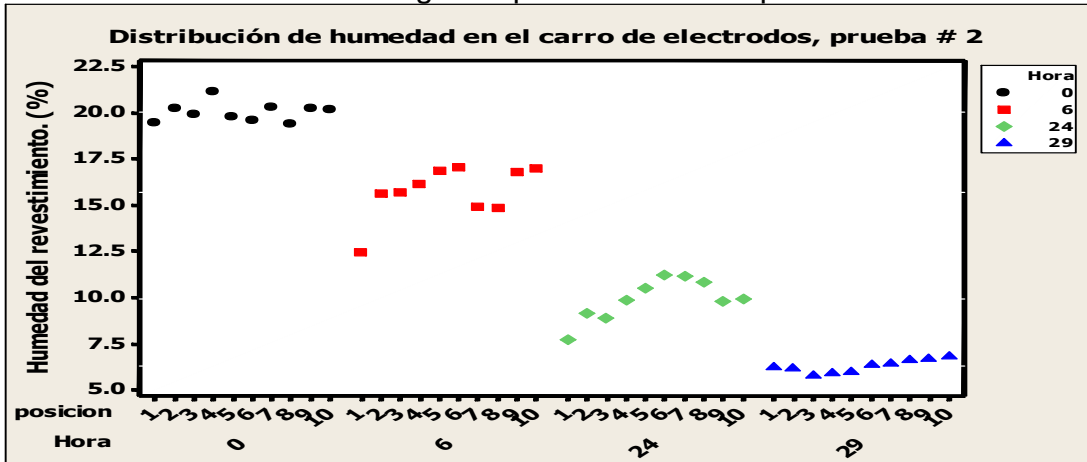
3.5.1 Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 1/8

Distribución de humedad en la primera prueba realizada para el GRICON 29



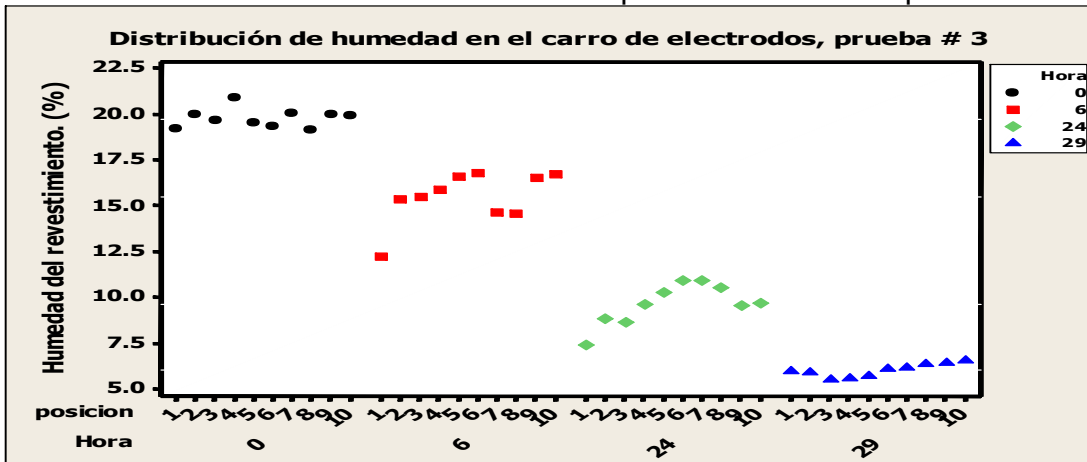
Distri

bución de humedad en la segunda prueba realizada para el GRICON 29



Distri

bución de humedad en la tercera prueba realizada para el GRICON



3.6 Pruebas de humedad para el GRICON 29 (6010), 5/32

La primera prueba:

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 38

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
20/12/201 2	09:00 a.m.	09:20 a.m.	70%	15°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32	150 bar.	60 pis
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:40 a.m.		20,18
2	4,5,6	10:00 a.m.		20,99
3	7,8,9	10:25 a.m.		20,67
4	10,11,12	10:59 a.m.		21,00
5	13,14,15	11:10 a.m.		20,53
6	16,17,18	11:23 a.m.		20,33
7	19,20,21	11:42 a.m.		21,05
8	22,23,24	11:44 a.m.		20,12
9	25,26,27	12:10 p.m.		19,98
10	28,29,30	12:23 p.m.		19,93
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg.		40 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 5." TABLA 39

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
20/12/201 2	09:00 a.m.	02:30 p.m.	70%	15°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	03:00 p.m.		13,23
2	4,5,6	03:20 p.m.		16,35
3	7,8,9	03:50 p.m.		16,47
4	10,11,12	04:06 p.m.		16,89
5	13,14,15	04:26 p.m.		17,60
6	16,17,18	04:31 p.m.		17,80
7	19,20,21	04:42 p.m.		15,65
8	22,23,24	04:52 p.m.		15,57
9	25,26,27	05:00 p.m.		17,53
10	28,29,30	05:15 p.m.		17,72
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg.		40 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 40

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
21/12/201 2	09:00 a.m.	08:00 a.m.	70%	15°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	08:10 a.m.		8,46
2	4,5,6	08:15 a.m.		9,89
3	7,8,9	08:30 a.m.		9,67
4	10,11,12	08:40 a.m.		10,65
5	13,14,15	08:55 a.m.		11,29
6	16,17,18	09:05 a.m.		11,95
7	19,20,21	09:35 a.m.		11,93
8	22,23,24	09:30 a.m.		10,56
9	25,26,27	09:50 a.m.		10,58
10	28,29,30	09:55 a.m.		10,69
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 kg		40 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 41

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
21/12/2012	09:00 a.m.	01:15 p.m.	70%	15 °c
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:25 p.m.		7,00
2	4,5,6	01:25 p.m.		6,92
3	7,8,9	01:50 p.m.		6,57
4	10,11,12	01:43 p.m.		6,65
5	13,14,15	02:15 p.m.		6,73
6	16,17,18	02:00 p.m.		7,15
7	19,20,21	02:18 p.m.		7,22
8	22,23,24	02:40 p.m.		7,40
9	25,26,27	03:00 p.m.		7,48
10	28,29,30	02:45 p.m.		7,60
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		FLUX Recuperado
74001191		3kg		40 Kg

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 42

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	09:20 a.m.	70%	13°c
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:50 a.m.		20,16
2	4,5,6	10:07 a.m.		20,93
3	7,8,9	10:21 a.m.		20,62
4	10,11,12	10:49 a.m.		20,97
5	13,14,15	10:50 a.m.		20,50
6	16,17,18	11:13 a.m.		20,26
7	19,20,21	11:32 a.m.		21,00
8	22,23,24	11:34 a.m.		20,02
9	25,26,27	12:05 p.m.		19,52
10	28,29,30	12:00 M		19,83
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 5 TABLA 43

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	02:30 p.m.	76%	10°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	03:00 p.m.		13,13
2	4,5,6	03:20 p.m.		16,33
3	7,8,9	03:50 p.m.		16,43
4	10,11,12	04:06 p.m.		16,82
5	13,14,15	04:26 p.m.		17,58
6	16,17,18	04:31 p.m.		17,77
7	19,20,21	04:42 p.m.		15,64
8	22,23,24	04:52 p.m.		15,53
9	25,26,27	05:00 p.m.		17,54
10	28,29,30	05:15 p.m.		17,65
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		FLUX Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 44

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	08:45 a.m.	75%	13°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:20 a.m.		8,36
2	4,5,6	09:30 a.m.		9,88
3	7,8,9	11:00 a.m.		9,63
4	10,11,12	10:56 a.m.		10,63
5	13,14,15	11:15 a.m.		11,26
6	16,17,18	11:20 a.m.		11,90
7	19,20,21	11:35 a.m.		11,86
8	22,23,24	11:45 a.m.		10,50
9	25,26,27	12:05 p.m.		10,50
10	28,29,30	12:10 p.m.		10,67
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 45

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	01:30 p.m.	75%	10 °c
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:38 p.m.		6,99
2	4,5,6	01:49 p.m.		6,80
3	7,8,9	02:05 p.m.		6,48
4	10,11,12	02:23 p.m.		6,55
5	13,14,15	02:36 p.m.		6,66
6	16,17,18	03:07 p.m.		7,10
7	19,20,21	03:18 p.m.		7,18
8	22,23,24	03:30 p.m.		7,34
9	25,26,27	03:50 p.m.		7,49
10	28,29,30	04:20 p.m.		7,56
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		FLUX Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la primera muestra de electrodos, es decir a la "hora 0" TABLA 46

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	09:30 a.m.	70%	13°c
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	09:45 a.m.		20,13
2	4,5,6	10:17 a.m.		20,91
3	7,8,9	10:33 a.m.		20,65
4	10,11,12	10:53 a.m.		20,99
5	13,14,15	10:59 a.m.		20,55
6	16,17,18	11:15 a.m.		20,28
7	19,20,21	11:37 a.m.		21,03
8	22,23,24	11:39 a.m.		20,05
9	25,26,27	12:10 p.m.		19,56
10	28,29,30	12:20 p.m.		19,85
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la segunda muestra de electrodos, es decir a la "hora 5." TABLA 47

Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
26/12/2012	09:00 a.m.	1:25 p.m.	71%	12°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:38 p.m.		13,23
2	4,5,6	01:49 p.m.		16,43
3	7,8,9	02:05 p.m.		16,49
4	10,11,12	02:23 p.m.		16,90
5	13,14,15	02:36 p.m.		17,63
6	16,17,18	03:07 p.m.		17,70
7	19,20,21	03:28 p.m.		15,71
8	22,23,24	03:30 p.m.		15,58
9	25,26,27	03:50 p.m.		17,60
10	28,29,30	04:27 p.m.		17,69
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la tercera muestra de electrodos, es decir a la "hora 24." TABLA 48

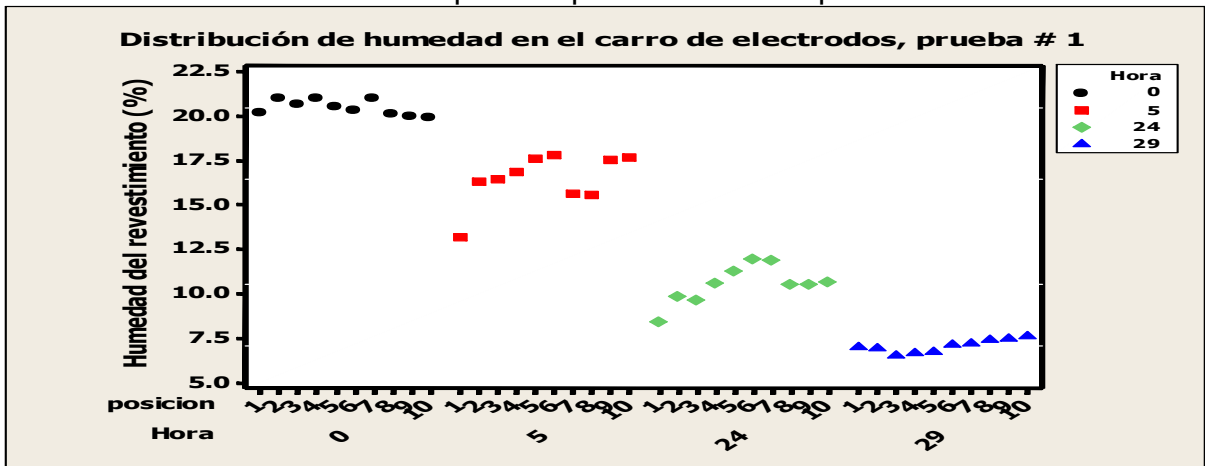
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
27/12/2012	09:00 a.m.	08:45 a.m.	75%	11°C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	07:45 a.m.		8,39
2	4,5,6	07:45 a.m.		9,90
3	7,8,9	08:10 a.m.		9,67
4	10,11,12	08:13 a.m.		10,65
5	13,14,15	08:29 a.m.		11,32
6	16,17,18	08:31 a.m.		11,97
7	19,20,21	08:50 a.m.		11,96
8	22,23,24	08:56 a.m.		10,53
9	25,26,27	09:15 a.m.		10,55
10	28,29,30	09:10 a.m.		10,69
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		Flux Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

Datos recogidos durante la cuarta muestra de electrodos, es decir a la "hora 30." TABLA 49

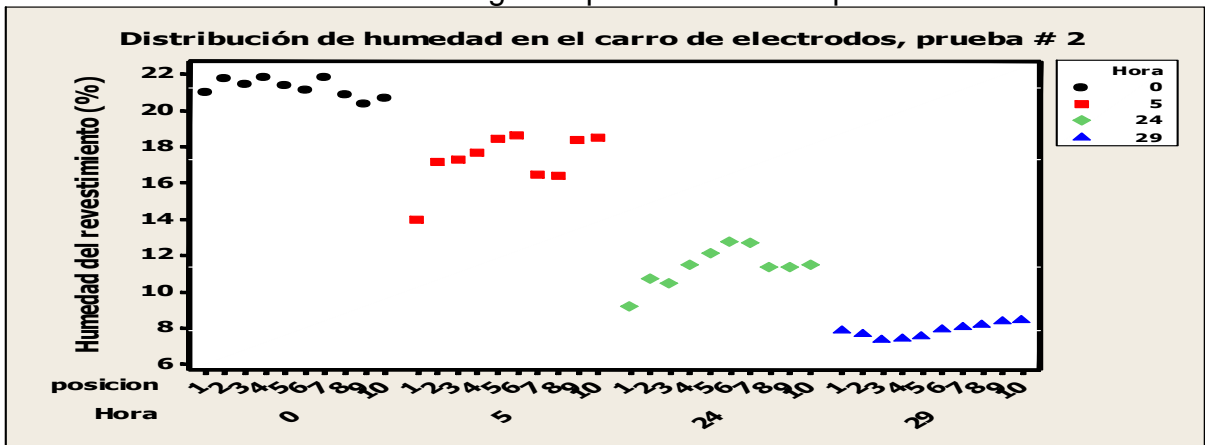
Fecha	Hora de Extrusión	Hora de Muestra	Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente
27/12/2012	09:00 a.m.	02:37 p.m.	72%	13 °C
Línea	Tipo de Electrodo	Dimensiones	Presión de Extrusión	Consistencia de la Mezcla
2	E-6010	5/32 mm	150 bar	60 psi
Toma	Posición	Hora de Prueba	Equipo	Humedad del Revestimiento
1	1,2,3	01:20 p.m.		7,02
2	4,5,6	01:20 p.m.		6,93
3	7,8,9	01:40 p.m.		6,53
4	10,11,12	01:42 p.m.		6,62
5	13,14,15	02:00 p.m.		6,71
6	16,17,18	02:05 p.m.		7,18
7	19,20,21	02:35 p.m.		7,22
8	22,23,24	02:25 p.m.		7,39
9	25,26,27	02:45 p.m.		7,53
10	28,29,30	03:00 p.m.		7,60
Orden de Producción		Agua en la Mezcla		FLUX Recuperado
74001191		3 Kg		40 Kg

3.6.1 Curva de secado en el patio, para el GRICON 29 de 5/32.

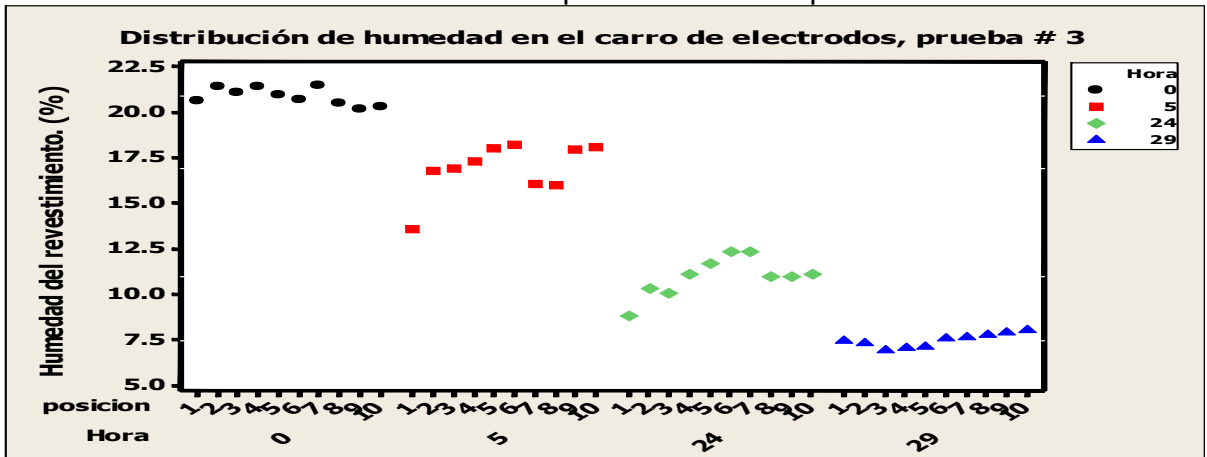
Distribución de humedad en la primera prueba realizada para el GRICON 29



Distribución de humedad en la segunda prueba realizada para el GRICON 29



Distribución de humedad en la tercera prueba realizada para el GRICON 29



CAPITULO 4
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis estadístico GRICON 15 (E-7018), de 1/8

T de una muestra: Hora 0 Prueba 1, Hora 0 Prueba 2, Hora 0 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H0P1	10	7.8680	0.2856	0.0903	(7.6637, 8.0723)
H0P2	10	7.8910	0.2919	0.0923	(7.6822, 8.0998)
H0P3	10	7.9920	0.2892	0.0915	(7.7851, 8.1989)

T de una muestra: Hora 6 Prueba 1, Hora 6 Prueba 2, Hora 6 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H6P1	10	4.055	0.738	0.233	(3.527, 4.583)
H6P2	10	4.092	0.761	0.241	(3.548, 4.636)
H6P3	10	3.961	0.819	0.259	(3.375, 4.547)

T de una muestra: Hora 24 Prueba 1, Hora 24 Prueba 2, Hora 24 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H24P1	10	2.3490	0.2173	0.0687	(2.1935, 2.5045)
H24P2	10	2.3860	0.2223	0.0703	(2.2270, 2.5450)
H24P3	10	2.4590	0.2215	0.0701	(2.3005, 2.6175)

T de una muestra: Hora 30 Prueba 1, Hora 30 Prueba 2, Hora 30 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H30P1	10	2.2210	0.0761	0.0241	(2.1666, 2.2754)
H30P2	10	2.2630	0.0856	0.0271	(2.2017, 2.3243)
H30P3	10	2.3020	0.0696	0.0220	(2.2522, 2.3518)

4.2 Interpretación de resultados GRICON 15 (E-7018), de 1/8

Con el índice de confiabilidad del 95%, se determina el rango de confiabilidad, para cada prueba, en las diferentes horas de muestreo. Comparando los resultados conseguidos en las pruebas de humedad en cada una de las posiciones, se determina en cuál, o cuáles de estas posiciones, es confiable realizar el muestreo para la determinación de la humedad de los carros, dependiendo de la posición que más se repita entre las tres pruebas realizadas. Así tenemos que:

Hora 0	Posición con nivel de aceptación	Hora 6	Posición con nivel de aceptación
prueba 1	1,3,4,5,7,10	1	3,4,5,6,7
prueba 2	1,3,5,6,7	2	4,5,6
prueba 3	1,3,5,6,7	3	4,5,6,7
Posición Optima	1,3,5,7	Posición Optima	4,5,6,
Hora 24	Posición con nivel de aceptación	Hora 30	Posición con nivel de aceptación
prueba 1	2,3,6,9,10	1	1,2,5,8,9,10
prueba 2	2,3,6,9,10	2	1,2,5,9,10
prueba 3	3,6,8,9,10	3	1,2,5,9,10
Posición Optima	3,6,9,10	Posición Optima	1,2,5,9,10

- Para la hora cero, donde los electrodos acaban de salir del proceso de extrusión, se tiene humedades muy similares entre todas las parrillas, obteniéndose una media de: 7.868, en la prueba # 1; 7.891, en la prueba # 2; 7.992, en la prueba #3. con desviaciones estándar de: 0.2856; 0.2919; 0.2892, respectivamente. Sin embargo las posiciones que mas se repiten dentro del rango de confiabilidad son: posición 1, posición 3, posición 5, posición 7, que corresponden alas parrillas numero (1,2,3); (7,8,9); (13,14,15); (19,20,21), respectivamente. En la hora (6), se percibe mayor variabilidad, en los resultados, registrándose valores medios de: 4.055, 4.092, 3.961, para cada prueba, con

desviaciones estándar de: 0.738, 0.761, 0.819, respectivamente. En esta segunda etapa de pruebas se consigue como posiciones óptimas las siguientes: posición 4, posición 5, posición 6. que corresponden a las parrillas (10, 11,12); (13, 14,15); (16, 17,18).

- Para la hora 24, se registran valores muy parecidos lo que presume una homogeneidad de la humedad presente en el carro, lo cual se puede corroborar en las curvas, presentando valores medios de: 2.349, 2.386, 2.459; respectivamente para cada una de las pruebas. Al igual que para las 24 horas, en las 30 horas, se puede observar en las curvas una gran similitud en la humedad, de cada posición. Dando como posiciones optimas de muestreo las posiciones 1, 2, 5, 9, 10.

4.3 Análisis estadístico GRICON 15 (E-7018), de 5/32 mm

T de una muestra: Hora 0 Prueba 1, Hora 0 Prueba 2, Hora 0 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H0P1	10	9,035	0,395	0,125	(8,753; 9,317)
H0P2	10	8,891	0,429	0,136	(8,584; 9,198)
H0P3	10	9,122	0,378	0,120	(8,852; 9,392)

T de una muestra: Hora 6 Prueba 1, Hora 6 Prueba 2, Hora 6 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H6P1	10	4,398	0,704	0,223	(3,894; 4,902)
H6P2	10	4,192	0,784	0,248	(3,631; 4,753)
H6P3	10	4,342	0,704	0,223	(3,838; 4,846)

T de una muestra: Hora 24 Prueba 1, Hora 24 Prueba 2, Hora 24 Prueba 3

Variable	N	Error			IC de 95%
		Media	Desv.Est.	Estándar	
H24P1	10	2,4699	0,2154	0,0681	(2,3158; 2,6240)
H24P2	10	2,5490	0,2102	0,0665	(2,3986; 2,6994)
H24P3	10	2,5180	0,2256	0,0713	(2,3566; 2,6794)

T de una muestra: Hora 30 Prueba 1, Hora 30 Prueba 2, Hora 30 Prueba 3

Variable	N	Error			IC de 95%
		Media	Desv.Est.	Estándar	
H30P1	10	2,4202	0,1522	0,0481	(2,3113; 2,5291)
H30P2	10	2,7470	0,1023	0,0324	(2,6738; 2,8202)
H30P3	10	2,4860	0,1357	0,0429	(2,3890; 2,5830)

4.4 Interpretación de resultados GRICON 15 (E-7018), de 5/32 mm

Posiciones óptimas de muestreo para el GRICON 15, 5/32.

Hora 0	Posición con nivel de aceptación	Hora 6	Posición con nivel de aceptación
prueba 1	1,2,3,4,5,6,8,10	1	3,4,5,6
prueba 2	1,2,3,4,5,6,8	2	3,4,5,6
prueba 3	1,2,3,4,5,6,8,10	3	4,5,6
Posición Optima	1,2,3,4,5,6	Posición Optima	4,5
Hora 24	Posición con nivel de aceptación	Hora 30	Posición con nivel de aceptación
prueba 1	3,4,6,9,10	1	4,7,10
prueba 2	2,3,6,9,10	2	1,4,6,7,8
prueba 3	3,4,6,9,10	3	1,4,8,10
Posición Optima	3,6,9,10	Posición Optima	4

- En la hora cero, se puede notar que existe una gran similitud de la humedad en todas las posiciones. Con valores medios de humedad de: 9.035; 8.891; 9.122; para cada una de las pruebas respectivamente. Las desviaciones estándar de los valores experimentales fueron para cada una de ellas: 0.395; 0.429; 0.378. obteniéndose como posición optima de muestreo las siguientes: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- En la hora 6, se encontró mayor variabilidad de los valores de humedad, entre cada posición alcanzándose valores medios de: 4.398; 4.192; 4.342; con desviaciones estándar para cada prueba de: 0.704; 0.784; 0.704. Alojándose las posiciones optimas de muestreo en la posición 4 y 5.
- Para la hora 24 los valores medios obtenidos fueron: 2.469; 2.549; 2.518; con desviaciones estándar de: 0.2154; 0.2102; 0.2256. respectivamente para cada prueba. Teniendo como posición optima de muestreo las siguientes: 3, 6, 9 y 10.
- Ya en la hora 30, se encuentran valores medios de humedad de cada prueba, muy similares entre si. Como lo muestra las curvas, se ve una presunta homogeneidad de la humedad presente en el carro. Con valores medios de: 2.4202; 2.747; 2.486. con desviaciones estándar de 0.1522, 0.1023, 0.1357. Con posiciones óptimas para el muestreo 4.

4.5 Análisis estadístico GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm

T de una muestra: Hora 0 Prueba 1, Hora 0 Prueba 2, Hora 0 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H0P1	10	19.818	0.528	0.167	(19.441, 20.195)
H0P2	10	20.018	0.528	0.167	(19.641, 20.395)
H0P3	10	19.738	0.528	0.167	(19.361, 20.115)

T de una muestra: Hora 6 Prueba 1, Hora 6 Prueba 2, Hora 6 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H6P1	10	15.531	1.410	0.446	(14.522, 16.540)
H6P2	10	15.731	1.410	0.446	(14.722, 16.740)
H6P3	10	15.451	1.410	0.446	(14.442, 16.460)

T de una muestra: Hora 24 Prueba 1, Hora 24 Prueba 2, Hora 24 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H24P1	10	9.717	1.101	0.348	(8.930, 10.504)
H24P2	10	9.917	1.101	0.348	(9.130, 10.704)
H24P3	10	9.637	1.101	0.348	(8.850, 10.424)

T de una muestra: Hora 29 Prueba 1, Hora 29 Prueba 2, Hora 29 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		
			Desv.Est.	Estándar	IC de 95%
H29P1	10	6.122	0.358	0.113	(5.866, 6.378)
H29P2	10	6.322	0.358	0.113	(6.066, 6.578)
H29P3	10	6.042	0.358	0.113	(5.786, 6.298)

4.6 Interpretación de resultados GRICON 29 (6010), 3.25x350 mm

Hora 0	Posición con Nivel de Aceptación	Hora 6	Posición con Nivel de Aceptación
Prueba 1	2,3,5,7,9,10	Prueba 1	2,3,4,7,8
Prueba 2	2,3,5,7,9,10	Prueba 2	2,3,4,7,8
Prueba 3	2,3,5,7,9,10	Prueba 3	2,3,4,7,8
Posición Óptima	2,3,5,7,9,10	Posición Óptima	2,3,4,7,8
Hora 24	Posición con Nivel de Aceptación	Hora 30	Posición con Nivel de Aceptación
Prueba 1	2,4,5,9,10	Prueba 1	1,2,6,7
Prueba 2	2,3,4,5,9,10	Prueba 2	1,2,6,7
Prueba 3	2,4,5,9,10	Prueba 3	1,2,6,7
Posición Óptima	2,4,5,9,10	Posición Óptima	1,2,6,7

Posiciones óptimas de muestreo para el GRICON 29, 3.25X350 mm.

- Como se puede apreciar en las curvas de secado este tipo de electrodo es el que pierde menor humedad a temperatura ambiente comparado con los GRICON 15, ya que, en un periodo de 29 horas aproximadamente, el menor valor de humedad que se obtuvieron, fueron de 6.122; 6.322; 6.042. respectivamente para cada una de las pruebas. Y en un periodo más corto de 6 horas. Sólo se logró remover un 21.6%, de la humedad inicial con la que salieron de la extrusión. No llegando nunca a valores inferiores del 5% de humedad, con los que se presume que se pueden iniciar el proceso de secado.
- Para la hora 0, como es de suponer, las humedades son muy parecidas teniendo valores medios de: 19.818; 20.018; 19.738. Para cada prueba respectivamente con desviaciones estándar de 0.528, en cada una de ellas. Consiguiéndose como posiciones óptimas de muestreo: 2, 3, 5, 7, 9, 10.

- Para la hora 6 se encontraron valores medios de humedad de: 15.531; 15.731; 15.451. las desviaciones estándar para cada prueba fue de 1.41; y las posiciones óptimas de muestreo son: 2, 3, 4, 7, 8.
- Para la hora 24, se encontraron valores medios de humedad de 9.717; 9.917; 9.637; con desviaciones estándar de 1.101 para cada una de ellas. Y las posiciones óptimas de muestreo son: 2, 4, 5, 9, 10.
- En la hora 30 de estudio se consiguieron valores medios de humedad de 6.122; 6.322; 6.042. Con una desviación estándar de 0.358, y las posiciones óptimas de muestreo son: 1, 2, 6, 7.

4.7 Análisis estadístico GRICON 29 (6010), 5/32

T de una muestra: Hora 0 Prueba 1, Hora 0 Prueba 2, Hora 0 Prueba 3

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error	
				Estándar	IC de 95%
H0P1	10	20.478	0.433	0.137	(20.168, 20.788)
H0P2	10	21.251	0.510	0.161	(20.886, 21.616)
H0P3	10	20.865	0.469	0.148	(20.529, 21.200)

T de una muestra: Hora 6 Prueba 1, Hora 6 Prueba 2, Hora 6 Prueba 3

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error	
				Estándar	IC de 95%
H5P1	10	16.481	1.410	0.446	(15.472, 17.490)
H5P2	10	17.312	1.427	0.451	(16.291, 18.333)
H5P3	10	16.897	1.419	0.449	(15.882, 17.911)

T de una muestra: Hora 24 Prueba 1, Hora 24 Prueba 2, Hora 24 Prueba 3

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error	
				Estándar	IC de 95%
H24P1	10	10.567	1.055	0.334	(9.812, 11.322)
H24P2	10	11.389	1.062	0.336	(10.629, 12.149)
H24P3	10	10.978	1.058	0.335	(10.221, 11.735)

T de una muestra: Hora 29 Prueba 1, Hora 29 Prueba 2, Hora 29 Prueba 3

Variable	N	Media	Error		IC de 95%
			Desv.Est.	Estándar	
H29P1	10	7.072	0.358	0.113	(6.816, 7.328)
H29P2	10	7.885	0.386	0.122	(7.609, 8.161)
H29P3	10	7.478	0.372	0.118	(7.213, 7.744)

4.8 Interpretación de resultados GRICON 29 (6010), 5/32

Hora 0	Posición con Nivel de Aceptación	Hora 5	Posición con Nivel de Aceptación
Prueba 1	1,3,5,6	Prueba 1	1,2,3,4,7,8
Prueba 2	1,3,5,6,8	Prueba 2	2,3,4,7,8
Prueba 3	1,3,5,6	Prueba 3	2,3,4,7,8
Posición Optima	1,3,5,6	Posición Optima	2,3,4,7,8
Hora 24	Posición con Nivel de Aceptación	Hora 30	Posición con Nivel de Aceptación
Prueba 1	2,4,5,8,9,10	Prueba 1	1,2,6,7
Prueba 2	2,4,5,8,9,10	Prueba 2	1,2,6,7
Prueba 3	2,4,5,8,9,10	Prueba 3	1,2,6,7
Posición Optima	2,4,5,8,9,10	Posición Optima	1,2,6,7

Posiciones óptimas de muestreo para el GRICON29, 4.00X350 mm

- En la hora 0, se puede ver una distribución uniforme de humedad, en cada una de las pruebas, con valores medios de humedad de: 20.478%, 21.251%, 20.865%; encontrándose desviaciones estándar de los datos de: 0.433, 0.510, 0.469. respectivamente. Además se encontró que las posiciones mas confiables para determinar la humedad del carro de electrodos son: 1, 3, 5, 6.

- En la hora seis del estudio realizado, se observa en las curvas que existe una amplia variedad de humedad, dependiendo de la posición en donde se encuentren las parrillas. Destacándose la posición 1, como la posición que logro perder mayor humedad. Encontrándose como el valor mas bajo de todos en cada prueba. Los valores medios de humedad de estos carros, conseguidos para esta hora de estudio, fueron: 16.481%, 17.312%, 16.897%, con desviaciones estándar de: 1.410, 1.427, 1.419. obteniéndose como posiciones optimas de muestreo las siguientes: 2, 3, 4, 7, ,8.
- En la hora 24. se observa en las curvas, una distribución de humedad bastante desigual, con valores diferentes para cada posición; obteniéndose valores medios de: 10.567%, 11.389%, 10.978%. con desviaciones estándar de: 1.055, 1.062, 1.058, respectivamente para cada prueba. Sugiriendo como posiciones óptimas de muestreo las siguientes: 2, 4, 5, 8, 9, 10.
- En la hora 29, se consiguieron valores medios de humedad en cada prueba de: 7.072%, 7.885%, 7.478%. con desviaciones estándar de: 0.358, 0.386, 0.372. Y las posiciones optimas de muestreo son: 1, 2, 6, 7.
- Finalmente el GRICON 29, se mostró como el tipo de electrodo que menor cantidad de humedad remueve hacia el ambiente, ya que, tanto el de 3.25x350 mm, como el de 4.00x350 mm. En las 30 horas que se estudiaron a cada uno, no lograron llegar al 5% de humedad.

4.9 Situación actual vs Resultados obtenidos

	Situación Actual	Resultados Obtenidos
Control maestro en tablas de presecado	Los tiempos de presecado de los productos se realizan bajo un estándar llamado Control maestro en tablas de presecado, el cual es igual en todas las plantas de producción.	El tiempo de presecado en los productos varía ya que la humedad circundante en el ambiente cambia de una ciudad a otra y de un día a otro afectando la perdida de humedad del electrodos
Tiempos de producción	Los tiempos de producción de cada orden son altos, debido a las paradas constantes por falta de espacio en zona de patios, así como por fallas en maquinas.	Es posible determinar que los tiempos de producción en los 2 productos investigados los cuales son los Gricon 15 y 29 disminuyen desde un 35% a un 80% debido a la rotación que se puede generar en la zona de patios.
Tiempos muertos	La organización realiza paradas hasta de 3 horas diarias debido a la falta de espacio y 1 hora diaria por fallas en maquinas.	La organización comienza a implementar estudio y reduce las paradas por falta de espacio hasta en un 80%

<p>Bases con mayor humedad</p>	<p>La organización no cuenta con un estudio o un parámetro para determinar cuál es la base con mayor humedad para realizar el proceso de ingreso a hornos.</p>	<p>Es posible determinar cuál es la base que cuenta con un porcentaje de humedad más alto y que factores son determinantes para llegar a dicha conclusión.</p>
<p>Calidad</p>	<p>El producto rechazado en la organización por fallas de calidad, está en un 25% por producción debido a que este se realiza bajo un manual visual.</p>	<p>La calidad del producto con alta rotación aumenta en vista de productos rechazados y que cuenta con un seguimiento en cada una de las áreas.</p>
<p>Área de patios</p>	<p>Es la zona con menos rotación de la compañía debido a los largos tiempos de espera ya que la organización no cuenta con un control real de presecado en cada electrodo en cuanto a su tiempo y comportamiento de pérdida de humedad</p>	<p>Es posible determinar que en el área de presecado, es viable determinar el tiempo mínimo y máximo de cada uno de los productos para estar allí disminuyendo de esta forma tiempos aumentando la rotación del producto y la producción diaria.</p>

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Como primera medida al realizar los gráficos de distribución de humedad para las pruebas de la GRICON 15 (E-7018) del diámetro 1/8 y 5/32 a simple vista se puede observar que el electrodo pierde humedad de forma rápida y constante y en un tiempo de 24 horas se estabiliza su pérdida de agua, llegando a ser éste su tiempo óptimo para la entrada al horno, como se puede evidenciar desde las páginas 35 a la 48 en las tablas de presecado de soldadura.
- Es evidente que a las 24 horas de presecado y las 30 horas de presecado el electrodo en términos de humedad se comporta de una forma muy similar, debido como se puede observar en las tablas (3.-4) (8-9) (13-14) a lo cual no es necesario mantener el electrodo en los patios de presecado más tiempo ya que la pérdida de humedad que este electrodo va a tener será mínima.
- También se evidencia que aunque el electrodo no haya perdido su máximo nivel de humedad es posible ingresar este a los hornos con solo 6 horas de presecado ya que la humedad del revestimiento está por debajo del 7% que es el punto máximo de humedad de este electrodo antes de entrar al horno y se puede comprobar en las tablas (2-7-12) que corresponden a las pruebas realizadas la Gricon 15 de 1/8.
- A las 6 horas de presecado es posible hacer el ingreso de los electrodos al área de hornos y de esta forma aumentar la disponibilidad de este en el área de empaque y se puede realizar sin modificar las rampas de horneado del electrodo, con una leve posibilidad de que el electrodo no se cocine bien o que sufra problemas de agrietamiento en su superficie debido a que la humedad de todos los electrodos varía de forma significativa, esto se debe a que el material no ha perdido todo su nivel de humedad.

- Es claro que a las 24 y 30 horas en el área de presecado la reducción de humedad en los electrodos es mínima a lo cual está la consideramos óptima, que es lo que no pasa con la hora 6 ya que los cambios de humedad que sufre el electrodo son grandes, como se pudo observar en las tablas (3-4-8-9-13-14) la humedad no varía a más del 1% y se entiende en este caso que reflejaría un nivel optimo ya que su pérdida de agua es mínima.
- En la toma de electrodos de los carros para realizar las pruebas o ensayos en donde se concentra la mayor humedad en las bases, es posible determinar la mayor humedad se encuentra en la columna del centro y en las bases que están a la mitad de estas, siendo este nuestro parámetro a la hora de medir que porcentaje de humedad tiene una base, con el fin de tomar la decisión de hacer de esta la entrada o no a la cámara de horneado, lo anterior se observa en la página 67 del documento en el área de análisis e interpretación de resultados.
- En la pruebas realizadas en la GRICON 29 (E-6010), se aprecia que la pérdida de humedad de los electrodos es bastante lenta y jamás en las pruebas realizadas se encontró por debajo de 6% de humedad que constituye el tope de máxima humedad que un electrodo de estas características debe poseer para hacer el ingreso de este a los hornos o cámaras de cocinado.
- Realizando un promedio estadístico se puede determinar que la pérdida de humedad de la hora 0 (cero) a la hora 6 (seis) es de un 4,53% en pérdida de humedad, de la hora 6 a la hora 24 con un margen de 18 horas de presecado es posible observar que el electrodo ha perdido el 61,99% de humedad con respecto a la toma anterior y seguido a esto en la toma realizada a las 29 horas se determina que con un margen de 6 horas por cada hora el electrodo perdió un 9,77% por hora, a lo cual la hora óptima para que el electrodo entre al área de hornos o cámaras de cocinado es la hora 30 de haber sido extruido el electrodo ya que se encuentra con una humedad relativa de 5.52%

ubicándose por debajo de 6 el cual es el tope máximo de humedad para dar salida al electrodo en el área de patios, este promedio se realizó teniendo en cuenta cada uno de los promedios de presecado de las tablas, haciendo una comparación y con una regla de tres determinar el valor específico de acuerdo a la hora en la cual es óptimo hacer el ingreso de este tipo de electrodos al horno sin que este se vea afectado por problemas de cocción.

- Con respecto a elevar los índices de producción y la rotación de este producto es necesario contemplar que el proceso como se indica en la parte superior del documento, tiene una espera para el electrodo GRICON 15 (E-7018) de 48 horas determinado por el control maestro en la zona de patios, si se llegase a utilizar este método o esta alternativa de proceso investigada y desarrollada es posible reducir el tiempo en 42 horas como máximo teniendo como base las pruebas realizadas del electrodo en la hora 6 y un mínimo de 24 horas con relación a las pruebas realizadas 24 horas después de haber sido extruido los electrodos, contemplando con esto un aumento en la productividad de la compañía, así como en la rotación de productos en la zona de patios de un mínimo 50% y un máximo de 80%.
- Con respecto a elevar los índices de producción y la rotación de este producto es necesario contemplar que el proceso como se indica en la parte superior del documento, tiene una espera para el electrodo GRICON 29 (E-6010) de 48 horas determinado por el control maestro en la zona de patios, con este estudio de investigación y estandarización es posible reducir este tiempo en un máximo de 18 horas equivalente al 37,5%.

6. RECOMENDACIONES

- Como primera medida la recomendación principal es que la estandarización de este proceso aplica única y exclusivamente a la empresa Lincoln Soldaduras de Colombia, ya que el proceso de fabricación de estos electrodos tanto en su composición química, como física puede variar en distintas organizaciones debido a los procesos de producción, métodos de fabricación, lugares geográficos donde se encuentre la organización.
- Es recomendable que la composición química de los electrodos no varíe o sea modificada ya que el comportamiento de cada material varía de acuerdo a su composición, haciendo que el estudio pierda validez.
- De acuerdo a la reducción de tiempos de presecado de electrodos es recomendable para la organización modificar los tiempos en el control maestro de presecado de electrodos ya que los tiempos reales no coinciden con los tiempos estándar.
- Considerando que la estandarización del proceso es realizada en los dos productos de mayor demanda de la compañía, es necesario realizar un acompañamiento en cada una de las áreas que están antes del proceso de horneo, con el fin de verificar y contemplar que el proceso se realice de forma adecuada.
- Es necesario tener en cuenta que el control de calidad, debe realizarse antes de ingresar al área de hornos con el fin de comprobar que la humedad del electrodo, se encuentra por debajo del límite asignado en el control maestro del material y también es necesario hacerlo una vez esta salga del área de horneo y este a temperatura ambiente con el fin de verificar que este electrodo no presente agrietamiento en la superficie, generando mala calidad en el producto.

7. Bibliografía

Lincoln Electric. (12 de 2012) www.lincolnelectric.com

Ananias, R. (12 de 1994). *Educacion bibio*. Recuperado el 15 de 06 de 2013, de http://zeus.dci.ubiobio.cl/~ananias/bases_fisicas.pdf

Best, J. (2010). *Damned Lies and Statistics*. California: University of California Press.

Coba, Y. (2010). *Problemas y ejercicios de aplicación para Química*. n/a: Eudeba.

Díaz, R. (1997). *Bioestadística. Métodos y aplicaciones*. Malaga: Universidad de Málaga.

Faraday, M. (1834). *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Royal Society.

Krane, R. H. (2002). *Física Volumen 1*. USA: Cecsa.

Landolt. (1993). *Corrosion et chimie de surfaces des métaux*. Paris: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Macías, E. R. (1980). *Introducción a la geometría*. Madrid, España: Editorial Bruño.

Teich, D. H. (2006). *A consagração do carro flex*. San Pablo: Revista Exame.

Vis, B. H. (2007). *El transbordador espacial soviético* . Moscu: Springer Praxis Books.