

# **MALLAS ELECTRO SOLDADAS, UNA ALTERNATIVA PARA EL REFUERZO DEL HORMIGÓN Y SU MANUFACTURA EN EL ECUADOR**

Christian Silva Salazar<sup>1</sup>, Ernesto Martínez Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Mecánico, 2004

<sup>2</sup> Director de tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Profesor de la ESPOL.

## **RESUMEN**

En La industria de la construcción, que es una de las más importantes del país siempre se están renovando los procedimientos constructivos de manera que estos ahorren tiempo y dinero; uno de los más novedosos y que ha tenido mayor éxito en los últimos años ha sido la malla electro soldada fabricada a partir de varillas de acero trefilado. Sin embargo, para fabricar este material importante en las industrias modernas se requiere un equipo especial de soldadura de contacto. Esta es una de las causas por las que la creciente Industria Ecuatoriana requiere, por parte de los ingenieros mecánicos la capacidad de proveer maquinaria diseñada y construida en el país a un costo razonablemente inferior que la maquinaria importada.

El problema que la presente Tesis de Grado ha solucionado es la poca o nula disponibilidad de maquinaria industrial para construcción de mallas en el mercado local a precios razonablemente más económicos que los de maquinaria importada; si se toma en cuenta que muchos inversionistas nacionales y extranjeros desisten de ubicar sus capitales en el país por esta causa, se tiene un grave problema que afecta a la economía nacional en varios aspectos tales como falta de fuentes de trabajo, de producción de bienes y de aportes de impuestos. Este inconveniente se extiende a todas las áreas de manufactura que requieren maquinaria industrial y, como se verá en las

conclusiones, se pueden realizar proyectos similares en cualesquiera de estas áreas para suplir esta carencia.

En el proceso de diseño y construcción que se presenta en la presente Tesis de Grado se incluyen características especiales que se pudo construir en la máquina, de manera que esta no está limitada a un solo producto; sino que tiene un amplio rango de medidas y capacidades de manufactura de mallas mediante la variación de los diámetros de las varillas, los espaciamentos transversales y longitudinales, y las dimensiones exteriores de la malla. De esta forma se le ha dado un valor agregado a dicho proceso de diseño y se han superado los requerimientos del cliente. En síntesis, la presente Tesis de Grado, tiene por objetivo abarcar todas las fases del Diseño Mecánico, para terminar con la Construcción y Puesta en Marcha de la máquina.

Se siguió un orden determinado de diseño, cubriendo todos los sistemas mecánicos tales como estructura, sistemas neumáticos y avance, así como entrada y salida de materia prima.

Otro tópico importante que se presenta es la construcción del equipo; debido a que la mayoría de Tesis de Grado quedan en el papel, se ha construido totalmente la máquina, en las instalaciones y con financiamiento de la empresa DEBUCCO S.A. para su planta industrial. Con esto se han completado las últimas fases del diseño que son precisamente, las de construcción, montaje y puesta a punto.

Para fines de ahorro para la empresa auspiciante se ha realizado la construcción de la máquina con ciertos materiales disponibles en la misma; sin embargo, en los cálculos para la determinación de los materiales se indican claramente las características y viabilidad del uso de estos elementos.

La máquina electro soldadora está trabajando en la empresa industrial DEBUCCO S. A. desde Julio del 2001 de forma continua sin haber sufrido ningún contratiempo. Esta empresa consiguió su objetivo de encontrar una máquina barata sin tener que incurrir en gastos y trámites de importación demasiado extensos y engorrosos. De esta manera la empresa ha podido

manufacturar y comercializar su producto a un precio razonable, aportando así al desarrollo nacional de la industria así como de la ingeniería.

## **INTRODUCCIÓN**

La malla electro soldada es un material relativamente nuevo en la industria de la construcción en lo que tiene que ver con el refuerzo del hormigón. Hasta hace pocos años, se utilizaba todavía los entretejidos de varilla amarrados a mano con alambre con los consecuentes costos de mano de obra y materias primas más caras.

Hoy en día, la construcción de losas y contrapisos con mallas electro soldadas se ha transformado de un proceso largo y meticuloso, a algo rutinario y prolijo. Con este material se ha logrado incluso reducir el peso de las estructuras de hormigón armado en un porcentaje considerable cuando ha sido utilizada con planchas de polipropileno en lugar de bloques.

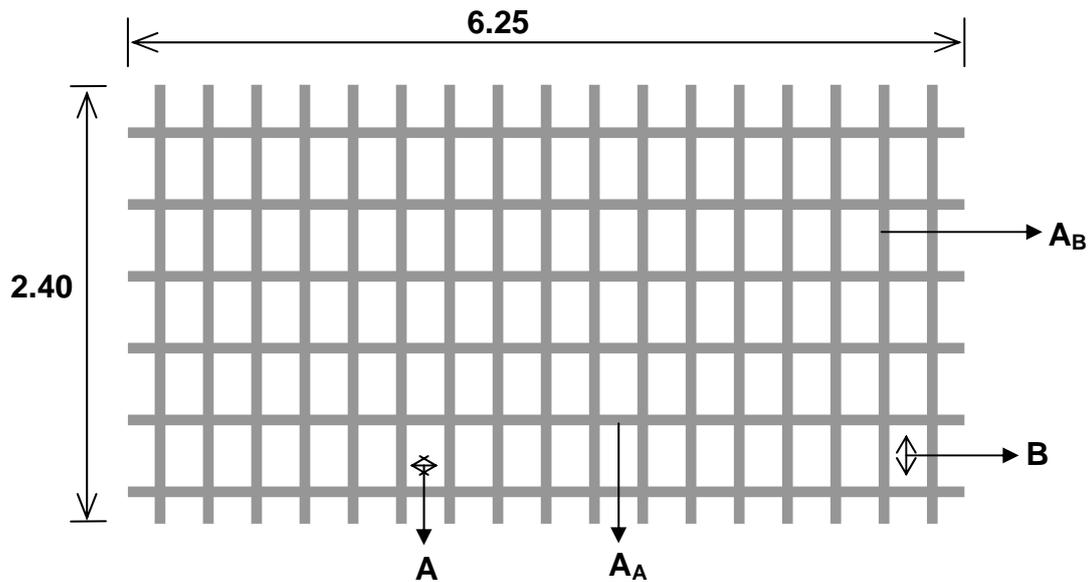
En el presente artículo se hará una síntesis de este material ampliamente utilizado, fabricado y comercializado en los países vecinos y que se pretende sea más difundido en nuestro país.

## **MALLAS ELECTRO SOLDADAS DE ACERO**

La malla electro soldada es un material metálico construido a partir de varillas de acero trefilado, entrecruzadas ortogonalmente formando retículas cuadrangulares; tanto las dimensiones exteriores de la malla, las dimensiones de las retículas y las dimensiones y propiedades del acero están debidamente estandarizadas según las siguientes normas:

- Norma INEN 2209
- Norma ASTM A-185
- Norma ASTM A-497
- Normas del Código Ecuatoriano de la Construcción, CEC, secciones 3-5-5, 3-5-6, 3-5-7 y 3-5-8.

Las principales propiedades de una malla electro soldada estándar son las siguientes:



- Las medidas exteriores de una plancha estándar son **6.25 m** de longitud X **2.40 m** de ancho.
- La medida **A** es el espaciamiento longitudinal, siendo **A<sub>A</sub>** el alambre longitudinal.
- La medida **B** es el espaciamiento transversal, siendo **A<sub>B</sub>** el alambre transversal.
- El diámetro de los alambres varía desde 3.0 mm hasta 12.0 mm, considerándose como especiales a las mallas que tengan alambres cuyas medidas estén fuera de este rango, o que tengan combinación de alambres y/o espaciamientos entre los sentidos longitudinal y transversal.
- Los alambres deben tener una resistencia a la fluencia de hasta **5,000 Kg/cm<sup>2</sup>**.

La resistencia de los alambres (5,000 Kg/cm<sup>2</sup>) es la gran diferencia que existe entre la utilización de este material versus la utilización de las varillas laminadas tradicionalmente. Estas últimas tienen una resistencia a la fluencia de entre 2,800 y 4,000 kg/cm<sup>2</sup>, lo que proporciona como resultado la reducción la cuantía de acero de refuerzo que se necesita en la estructura. Mientras con un acero de 2,800 kg/cm<sup>2</sup> a la fluencia, la cuantía mínima de acero sería de

0.005, con el acero de  $5000 \text{ kg/cm}^2$  a la fluencia, la cuantía mínima se reduce a 0.0028, es decir un 44%. En términos estrictamente económicos, en una losa realizada con mallas electro soldadas se habrá utilizado 44% menos de acero.

Se puede jugar con los diámetros de los alambres así como con las dimensiones de las retículas para obtener las resistencias deseadas; así por ejemplo, una malla con retículas de 10X10 cm y alambres de 5,0 mm de diámetro ofrece el mismo refuerzo que una de 40X40 cm con alambres de 10 mm.

Las mallas electro soldadas tienen un sinnúmero de aplicaciones en la construcción: entre otras la construcción de:

- ductos cajón
- pisos reforzados
- canchas deportivas
- piscinas y cisternas
- losetas para mesones
- losas de entrepisos
- muros de contención
- canales hidráulicos
- cerramientos y defensas

## **FABRICACIÓN**

Para obtener un material adecuado según las normas mencionadas anteriormente, se requiere la utilización de un proceso de soldadura especial llamado 'resistance welding' (soldadura por resistencia) con máquinas de tipo multi electrodo. Este proceso consiste en presionar adecuadamente las dos partes a ser unidas (los alambres cruzados ortogonalmente), mientras se hace circular una elevada corriente a través de la intersección durante fracciones de segundo, de acuerdo al espesor del alambre. Esto ocasiona que el material de dicha intersección se funda produciéndose la fusión de la junta. El proceso de soldadura por resistencia produce juntas sin material de aporte y con características del material casi idénticas a las del material base.

La presión de la junta se realiza por medio de electrodos de cobre, para aprovechar la alta conductividad de este material y su baja resistencia eléctrica,

de tal forma que el acero con su baja resistencia eléctrica comparada con la del cobre, sea el que se funda.

La industria de electro mallas colombiana se encuentra bastante desarrollada, tanto en el uso de este producto cuanto en el diseño y construcción de máquinas para producirlo. Una máquina sencilla para producir mallas electro soldadas consta de los siguientes componentes:

- Una estructura base con dos vigas paralelas fijadas a dos columnas. Las vigas soportan los electrodos superiores e inferiores, y conforman el cuerpo principal de la máquina.
- Un sistema de alimentación de materia prima, arrastre de producto terminado y salida de producto terminado para manipular el paso del material mientras es manufacturado.
- Un sistema neumático para mover los mecanismos motrices.
- Un sistema eléctrico para controlar los movimientos y ciclos de soldadura.

En el Ecuador existen actualmente cuatro empresas que tienen la tecnología para la fabricación de mallas electro soldadas, estas son ANDEC S. A., IDEAL ALAMBREC S. A., ADELCA S. A. y DEBUCCO S.A., auspiciante de la Tesis de Grado correspondiente a este artículo.

## **CONCLUSIONES**

1. La reducción en los costos de la construcción se produce principalmente por el valor empleado en el armado de la malla, que es prácticamente cero.
2. Se reducen los tiempos de ejecución de manera significativa ya que la malla se coloca directamente sobre el terreno preparado.
3. De manera similar, se reducen las cargas muertas de las estructuras de losas llenas.
4. Lamentablemente, el uso de mallas en la construcción en el Ecuador no ha sido tan acogido aún. Hay mucho rechazo por parte de los constructores tradicionales, especialmente a nivel de maestros de obra.

Esta es la probable razón por la cual la manufactura de mallas no ha crecido tanto como en los países vecinos.

5. Los tejidos con malla electro soldada son sencillas para traslapar, ya que estas pueden ser soldados y no requieren de mucha mano de obra para realizarse.
6. Las mallas electro soldadas son fáciles de manejar, fáciles de cortar, no requieren dobleces y generan muy poco desperdicio, en contraste con los paquetes de varillas

## **REFERENCIAS**

1. Aceros ANDEC, ELECTROMALLAS ANDEC (Guayaquil, 1999).
2. American Society of Metals, "Metals Handbook", Novena Edición. Volumen 6; 1985.
3. American Society of Testing and Materials, ASTM Designation: A 185-61 T (Revisado 1961).