

# TECNOLOGIA CLIN DE HEF. LA ALTERNATIVA A MEDIDA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS SUPERFICIALES.

## HEF CLIN TECHNOLOGY : THE TAILOR MADE NITRIDING SOLUTION TO SOLVE YOUR SURFACE PROBLEMS.

---

Edgart Gonzàlez <sup>(1)</sup>, Romain Caille <sup>(2)</sup>

---

### Resumen

Técnicas de Superficies Catalunya (TSC) forma parte del conjunto de más de 40 plantas de Techniques Surfaces distribuidas por el mundo aplicando los procesos de HEF-DURFERRIT, grupo especializado en aspectos tribológicos e ingeniería de superficies. La tecnología CLIN (ARCOR, TENIFER,...) es nuestra principal apuesta para solucionar problemas superficiales.

En este trabajo pretendemos mostrar las distintas posibilidades que ofrece la tecnología CLIN en términos de resistencia a la corrosión, al desgaste, al gripado o al efecto bending entre otros, así como la flexibilidad de CLIN para adaptarse al requerimiento a alcanzar, a la pieza a aplicar, al cliente e, incluso, al sistema de trabajo esperado mediante un proceso flexible y respetuoso con el medio ambiente.

### Abstract:

Técnicas de Superficies Catalunya (TSC) is part of the global presence of the French HEF groupe, with more than 40 Techniques Surfaces (TS) plants worldwide. TS plants are the jobbing subsidiaries that offer a large range of treatments patented by HEF-DURFERRIT in order to solve your surface problems. HEF-DURFERRIT, focused on surface engineering, is the worldwide nitrocarburizing leader with its CLIN technology (ARCOR, TENIFER,...)

We will introduce you the CLIN technology. It enhances the corrosion protection, wear resistance, seizure protection, friction properties, fatigue or bending strength thanks to a flexible and an environmental friendly process.

### 1.Introducción

CLIN (Controlled Liquid Ionic Nitriding) es la denominación que engloba al conjunto de procesos termoquímicos de HEF-DURFERRIT de nitrocarburación que mediante la aportación principal de nitrógeno y secundaria de carbono, enriquecen y mejoran la superficie de materiales de base férrea.

CLIN incluye dos grupos principales de procesos:

- ARCOR<sup>®</sup> : ARCOR V, ARCOR C, ARCOR N, SURSULF,...
- TENIFER<sup>®</sup> : TF1, QP, QPQ, MELONITE, TUFFTRIDE,...

Las diferentes nomenclaturas vienen determinadas por el origen de la patente original, del país de aplicación y del tipo de proceso.

### 2. Fundamentos de CLIN

El proceso de nitrocarburación se realiza en baños de sales fundidas respetuosos con el medio ambiente. Gracias a la composición química muy estable y de fácil manejo, se consigue un proceso robusto y homogéneo no únicamente en cada unidad de carga sino también entre ellas.

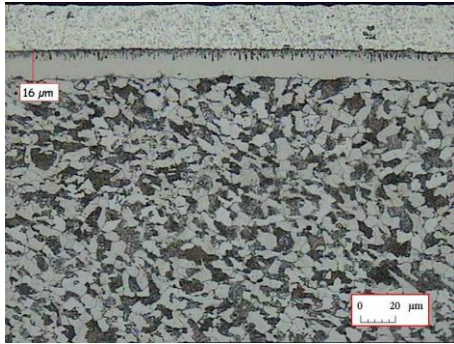
El rango de temperaturas es de los 500°C hasta los 590°C para la nitrocarburación ferrítica y de 630°C para la austenítica. En ambos casos lograremos una capa de compuestos formada por nitruros de hierro ( $\epsilon + \gamma'$ ) y elementos de aleación, parcialmente porosa a nivel superficial. Para el caso particular de la nitrocarburación austenítica encontramos, además, una subcapa ( $\gamma$ ) debajo de la estructura clásica de la nitrocarburación ferrítica, previa a la capa de difusión.

---

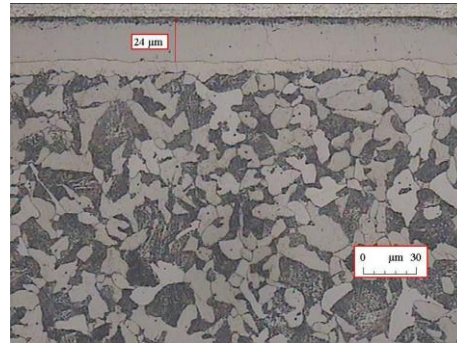
<sup>(1)</sup> Técnicas Superficies Catalunya, Barcelona, España

<sup>(2)</sup> HEF-DURFERRIT, Andrézieux-Bouthéon, Francia

edgart.gonzalez@tscatalunya.com , rcaille.hefdurferrit@hef.fr



**Estructura nit. ferrítica**



**Estructura nit. austenítica**

Cuando es requerida alta resistencia a la corrosión completaremos el proceso con una post-oxidación para formar  $Fe_3O_4$  a nivel superficial.

CLIN permite, igualmente, otras variantes (procesos intermedios o finales de pulido, impregnaciones, combinación con otros procesos,...) para lograr los requisitos finales esperados.

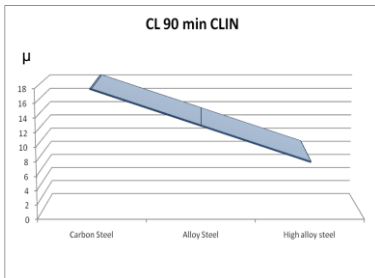
CLIN se realiza en pieza acabada.

CLIN no contiene  $Cr^{+6}$  y, al no ser un proceso electrolítico, no puede provocar fragilización por hidrógeno.

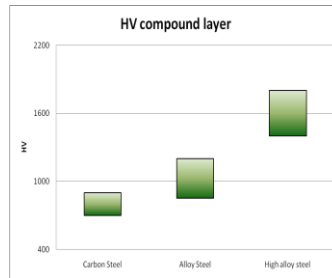
CLIN puede aplicarse, incluso, en piezas de geometrías complejas.

### 3. Características de CLIN

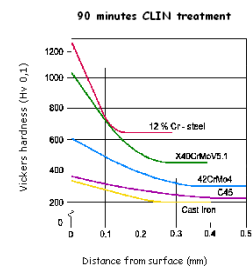
Las propiedades de la capa formada (espesor, dureza) están ligadas tanto a los parámetros del proceso (T,t) como al tipo de acero.



**Espesor capa vs. Material**



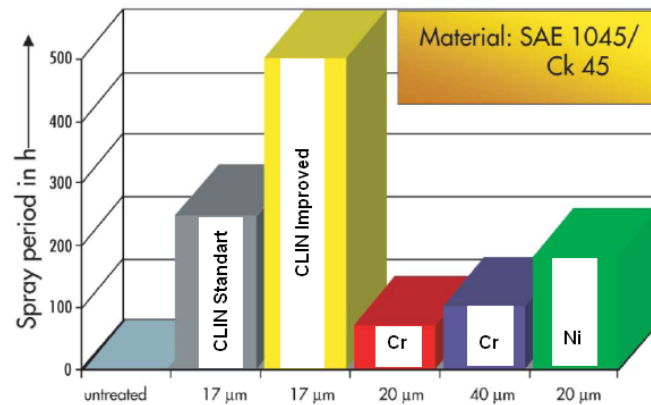
**Dureza capa compuestos vs. Material**



**Dureza superficial vs. Material**

La morfología y espesor de capa aportan a la pieza dureza superficial exenta de fragilidad (por estar integrada en el material base) y determinará las otras características que CLIN confiere a las piezas (resistencia a la corrosión, coeficiente de fricción, resistencia al doblado, resistencia al gripado, resistencia a la abrasión...).

La porosidad, localizada homogéneamente en el tercio superior de la capa de compuestos, combinada con la capa de magnetita formada en la fase de oxidación y con impregnaciones adecuadas, es responsable de la alta resistencia a la corrosión [ej.) valores superiores a las 500h en cámara de niebla salina según ISO9227 son fácilmente logrados repetitivamente]. Según la versión de CLIN aplicada pueden alcanzarse más de 1000h.



**Comparativa ensayo niebla salina vs distintos procesos**

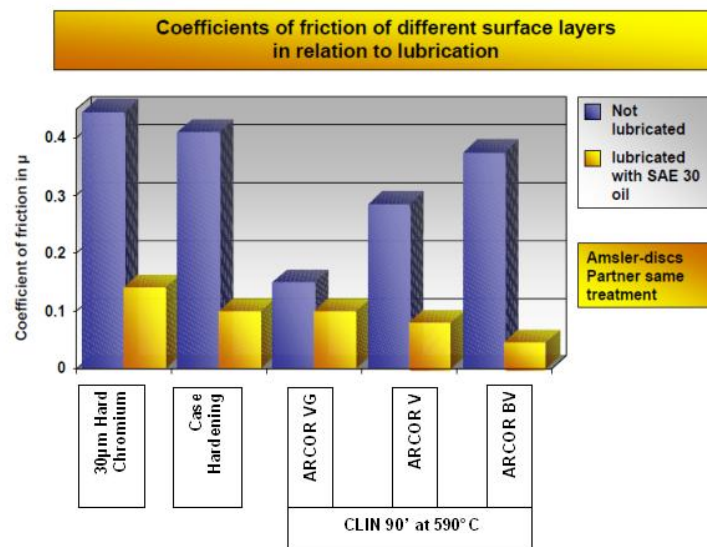
El tipo de impregnación tendrá, también, una influencia significativa:

-Impregnación Corolac → Aspecto seco → Alta resistencia a la corrosión.

-Impregnación Corofluid → Aspecto aceitado → Muy alta resistencia a la corrosión.

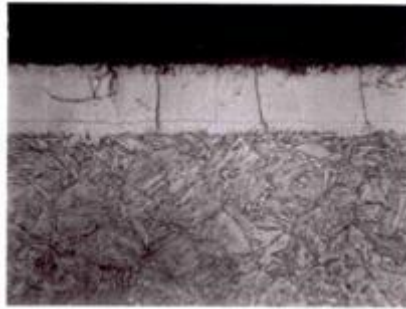
Gracias al excelente comportamiento frente a la corrosión, CLIN puede considerarse como una alternativa al acero inoxidable utilizando aceros más económicos.

CLIN, especialmente después de pulidos adecuados, consigue bajos coeficientes de fricción tanto en condiciones de trabajo en seco como lubricado.



**Variación coeficiente de fricción vs distintos procesos/estado lubricación**

Para el caso específico de una nitrocarburoación austenítica, la subcapa actúa como frontera para amortiguar grietas (especialmente en condiciones de doblado) evitando roturas e inicios prematuros de corrosión.

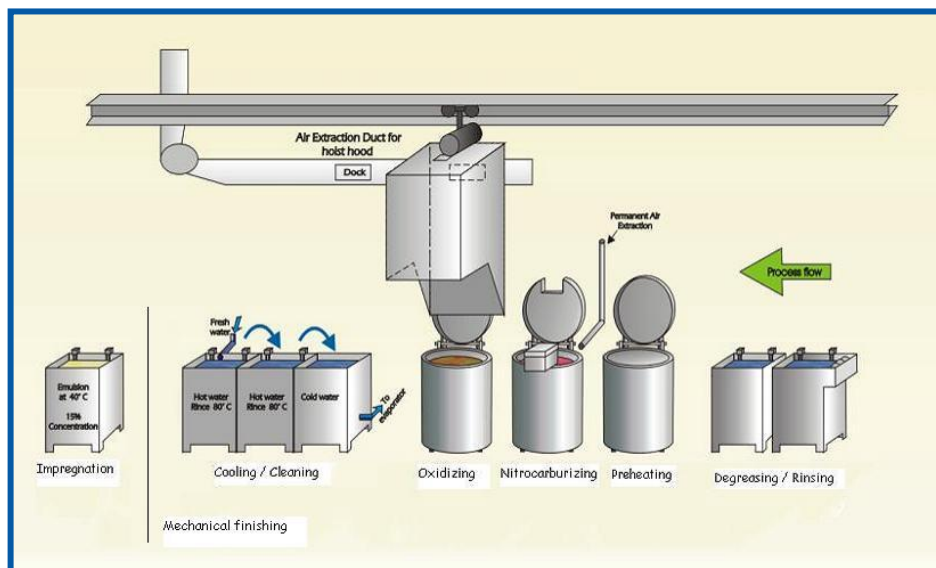


**Nit. austenítica después de ensayo bending**

Finalmente, en la zona de difusión, la inserción de nitrógeno en la red cristalina del acero, representará un ligero aumento de la dureza y aportará resistencia a la fatiga.

#### 4. Proceso a medida.

Los procesos descritos como tecnología CLIN son de fácil manejo y gran flexibilidad. Cada etapa de CLIN se realiza en equipos independientes.



**Típica instalación CLIN**

Básicamente tres son los parámetros a controlar: Temperatura, tiempo y composición química; con la peculiaridad que la estabilidad de los baños es muy robusta y su control se realiza mediante sencillos controles de laboratorio.

Dentro de una misma filosofía de proceso pueden conseguirse distintas morfologías de capa (según la versión CLIN aplicada) dependiendo de los requerimientos esperados que, una vez definida, es fácilmente reproducible y repetitiva.



**Ejemplo. Diferencias básicas tipos ARCOR**

**t<sup>a</sup>**

CLIN puede aplicarse en distintos tipos de soporte (bastidor, en cestas o, incluso, en bombos); su elección dependerá del tipo de pieza para evitar deformaciones y para garantizar que toda la superficie de la pieza esté en contacto con las sales.

CLIN puede aplicarse tanto en hornos pequeños como grandes.

CLIN permite enfriamiento en sales, en agua, en aceite o al aire para optimizar el ciclo de tratamiento y limpieza de las piezas, evitando deformaciones según la geometría de la pieza y el acero utilizado.

#### 4.1 Ejemplos prácticos.

##### 4.1.1. CLIN vs Cromo Duro

CLIN se presenta como una alternativa al proceso de cromo duro e incluso al conjunto temple + cromo duro.

CLIN no solo solventa problemas medioambientales sino que mejora algunas de las prestaciones del cromo duro.

Comparativa CLIN vs. Cromo Duro

	<b>CLIN vs. Cromo Duro</b>
Dureza	Similar en aceros al carbono, superior en acero aleados
Resistencia a la corrosión	Muy superior
Coeficiente de fricción	Menor
Riesgo de escamación capa	No posible
Fragilización por hidrogenación	No posible
Resistencia a la fatiga	Superior
Rugosidad final	Igual
Presencia de Cr <sup>+6</sup>	No
Repetitividad resultados	Mayor

Ej. Aplicación: Válvulas, cilindros hidráulicos, husillos, cilindros de gas, vástagos de amortiguador, bulones,...

Cuando el aspecto final debe ser de carácter metálico y mediante la versión Arcor BNG, lograremos las características propias de CLIN sin variar sustancialmente el aspecto del cromo duro.



**Comparativa aspecto ARCOR BNG (acabado metálico) vs. Cromo duro.**

Los valores finales, cumplen las especificaciones actuales de cliente, permitiendo el cambio no traumático de un proceso al otro y solventando la problemática medioambiental actual.

#### 4.1.2. CLIN vs Nitruración gas.

CLIN es igualmente una alternativa al proceso de nitruración gaseosa

Comparativa CLIN vs. Nitruración gaseosa.

	<b>CLIN vs. Nit. gas</b>
Estabilidad proceso + Repetitividad resultados	Mayor. CLIN siempre mantiene la instalación en condiciones de trabajo (sin necesidad de reformular en cada carga) y con menor número de parámetros para controlar.
Tiempo de proceso	Muy inferior
Agilidad proceso	Mayor tanto por el tiempo de proceso como por realizar cada fase en un equipo distinto.
Resistencia a la corrosión	Superior
Fragilidad capa blanca	Sin fragilidad (por la presencia de $\epsilon$ )
Resistencia al desgaste	Superior (por la presencia de $\epsilon$ )
Deformación pieza	Menor gracias al enfriamiento gradual (con posibilidad de utilizar varios medios)
Presencia zonas no tratadas	Inferior por la mayor fluidez de las sales

Ej. Aplicación: válvulas, cigüeñales, rótulas, cilindros de gas, cojinetes, cilindros telescópicos, moldes, expulsadores ,...

#### 5. Referencias

- B.GRELLET-HEF - Oxynitrocarburization process with post-oxidation (1998)
- Laboratorio TSC (2010)
- TSA-HEF - Informes internos (2008-2010)
- M.CARTIER-HEF- Surface treatment solutions to solve surface problems (2000)