



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA DE L'EDIFICACIÓ PROJECTE FINAL DE GRAU

MATERIALES DE FUTURO:
CUBIERTAS DE ACERO INOXIDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN
NO INDUSTRIAL EUROPEA.
TIPOLOGÍAS, VENTAJAS CONSTRUCTIVAS Y
MEDIOAMBIENTALES

Projectista/es: Josep Beà i Bretones

Director/s: Jordi Cuatrecasas de Querol

Convocatòria: Juny 2010

RESUMEN :

El acero inoxidable como material de cubierta siempre se ve como un material brillante, lujoso y caro, así como muy poco utilizado en las cubiertas tradicionales.

En este trabajo, se explica que el acero inoxidable se utiliza en la construcción de cubiertas mucho más de lo que se podría pensar y que su elección no exclusivamente por razones de prestigio o de lujo.

El desarrollo del trabajo nos muestra que en la elección del acero inoxidable como material de cobertura, las cualidades principales que resaltan son:

- Estética del material.
- Durabilidad
- Facilidad y su rapidez de puesta en ejecución
- Resistencia a la corrosión
- Propiedades mecánicas
- Bajo coeficiente de dilatación
- Perfecta combinación con otros materiales como la madera, cementos, vidrio, etc.
- Bajo peso por m²

Así mismo, en este trabajo se contempla como los aceros inoxidables son productos que se adaptan perfectamente tanto a las exigencias de la cubierta tradicional como a la contemporánea, y qué con sus aspectos de superficie se integra en un ambiente urbano, rural o moderno.

La utilización del acero inoxidable se potencia gracias a sus calidades medioambientales:

- Es 100 % reciclable
- Se pueden reutilizar las aguas de lluvia
- Es auto-limpiable

Comparado el acero inoxidable con otros materiales metálicos, en su utilización en cubiertas y teniendo en cuenta en éstos su aspecto, durabilidad, resistencia a la corrosión, etc, tienen un coste mayor con respecto al acero inoxidable.

ÍNDICE

1. Introducción
2. Nucleo de la memoria
 - 2.1. Antecedentes
 - 2.2. ¿Porqué utilizar acero inoxidable en arquitectura?
 - 2.3. Generalidades del acero inoxidable:
 - 2.3.1. Composición del acero inoxidable
 - 2.3.2. Tipos de acero inoxidable
 - 2.3.3. Aspectos superficiales
 - 2.4. Propiedades de los aceros inoxidables en arquitectura.
 - 2.4.1. Criterios de elección del tipo de acero inoxidable.
 - 2.5. Tipologías: Cubiertas en acero inoxidable.
 - 2.6. Características constructivas:
 - 2.6.1. Explicación constructiva y detalles tipo de las cubiertas (Fichas)
 - 2.7. Normativa: Normativa del acero inoxidable
 - 2.8. Comparativo: Comparativa de los diferentes tipos de materiales metálicos.
 - 2.8.1. Características mecánicas
 - 2.8.2. Resistencia a la corrosión
 - 2.8.3. Coste
 - 2.8.4. Parámetros medioambientales
 - 2.9. Elección del material:
 - 2.9.1. Según tipología constructiva (tanto pasados “rehabilitaciones”, como “futuros”)
 - 2.9.1.1. Tipos de edificios y ejemplos de construcción europea.
 - 2.9.2. Influencia del emplazamiento y la elección del acero inoxidable.
 - 2.9.3. Resumen
 - 2.10. Precauciones y mantenimiento.
 - 2.11. Nuevas tendencias en el acero inoxidable. (PV solutions)
3. Conclusiones / Recomendaciones
4. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN:

En el año 2000, la empresa Ugine S.A. del grupo Arcelor en París (Fabricante de aceros y actualmente llamada ArcelorMittal) necesitaba una persona que les ayudase, en el departamento de "Edificación" para la asistencia técnica, mayoritariamente a los diferentes gabinetes de arquitectos, que se disponían a trabajar con cubiertas y/o fachadas en acero inoxidable.

El trabajo trataba de ayudar técnicamente a los diferentes gabinetes de arquitectos en el desarrollo de sus proyectos.

Por aquel entonces, mi primer trabajo con el equipo consistió en asistir técnicamente a ADP (Aéroports de Paris) en la ampliación de la última terminal que tenía que construir (la 2E, diseñada por Paul Andreu) y más concretamente en lo que se refería a la cubierta de dicha terminal. En su momento, la 2F había sido construida con cinc y el aeropuerto no estaba nada contento debido, entre otras razones, a las manchas de la cubierta y así como a los problemas de manutención que el material le provocaba.

Nuestro trabajo trató de dar todas las informaciones relacionadas con el material, su composición, su comportamiento, sus ventajas e inconvenientes (a nivel constructivo, medioambiental, etc.) la solución de dudas constructivas (desde las más simples a los detalles constructivos particulares) así como la ayuda en obra, para la correcta recepción, manipulación y limpieza del material que conllevó a que finalmente el material seleccionado fuese el acero inoxidable, tras haberse dado cuenta de las múltiples ventajas.

Ese fue el primero de un largo historial.

Tras mi llegada y la participación en diferentes proyectos, cada vez a los proyectistas, a los técnicos y a los instaladores les debíamos ser capaces de dar solución a las siguientes cuestiones respecto al material:

- Mostrar que material les permite alcanzar la expresión de su concepto.
- Dar seguridad sobre la integridad del material.
- Proporcionar una comprensión de la tecnología de fabricación del acero inoxidable y el modo correcto de especificar el acero inoxidable.
- Proporcionar Información sobre el mantenimiento y los métodos de limpieza.
- Dar seguridad sobre que su reputación profesional no será dañada debido a ningún problema futuro asociado con la selección de acero inoxidable.
- Los productos y los sistemas de construcción que están disponibles y que son confiables.

El departamento detectó falta de información acerca del producto, de sus cualidades arquitectónicas y medioambientales, técnica, etc.

Por lo que el posterior objetivo de mi trabajo fue la recopilación de soluciones detalladas y consejos prácticos de las cubiertas en acero inoxidable del que se hicieron unas fichas que paso a exponer en anexo (pertenecientes al punto 2.6.1) y que desembocaron en la publicación, por parte de la empresa y con objetivo de ser utilizado como ayuda básica en la ejecución, de un compendio de dichas fichas (Mémento de la couverture en acier inoxydable).

2. MEMORIA

2.1. ANTECEDENTES

Tras la finalización de mis estudios, conocía la utilización del acero inoxidable en la edificación gracias a las grandes realizaciones como la Géode y la biblioteca François Mitterrand en París, el Chrysler Building en Nueva York y las torres Petrona en Kuala Lumpur y la imagen que tenía de él, era que se trataba de un producto brillante y caro.



Pero mi visión cambió a partir del momento que empecé a trabajar en la sede de ArcelorMittal Stainless Europe (AMSE) en París en el departamento de "Edificación" como prescriptor de acero inoxidable y en particular para cubiertas.

Sabía que ArcelorMittal era un productor de aceros para la construcción entre otros mercados pero, gracias a la experiencia en dicho grupo metalúrgico me he dado cuenta que hay soluciones en acero inoxidable para todas las aplicaciones constructivas desde, las cubiertas a las fachadas pasando por la decoración interior, los equipos y hasta el mobiliario urbano y que, así mismo, el acero inoxidable es muchas más que un material brillante y caro.

En el departamento de edificación de AMSE, como referido anteriormente, estábamos a cargo de la prescripción, la promoción y la asistencia técnica en todo lo que tuviese que ver con el acero inoxidable "plano" para cubiertas de los diferentes proyectos que los gabinetes de arquitectura, sobre todo europeos, los cuales pedían nuestra asistencia técnica.

Tan pronto como un proyecto donde el acero inoxidable podía ser susceptible de ser colocado en una cubierta, allí aparece la necesidad de nuestro trabajo pues se trata de resolver todas las dudas que al prescriptor le puedan aparecer. Muchas veces dicha información es desconocida, ya que el material en sí es un desconocido. Trabajando codo en codo con los diseñadores para ayudarles en todos los aspectos físicos, mecánicos, de colocación y mantenimiento del material.

De dicha experiencia nació la necesidad de hacer un compendio de informaciones que ayudasen al prescriptor en la selección de su material para la cubierta.

2.2. ¿POR QUÉ UTILIZAR ACERO INOXIDABLE EN ARQUITECTURA? :

Muchas veces los diseñadores nos preguntan por qué deben escoger acero inoxidable frente a otros productos metálicos a lo que siempre les respondemos:

1.-El acero inoxidable es un material "verde" por excelencia ya que es reciclable infinitamente y no plantea problemas medioambientales:

- En la construcción, la tasa efectiva de recuperación es próxima del 100 %.
- Es inalterable.
- Es totalmente neutro en lo que respecta al medio ambiente: al contacto de elementos tal como el agua y no deja ir ninguno de los compuestos susceptibles de alterar la composición.

2.-La longevidad del acero inoxidable cubre todas las necesidades de la construcción sostenible puesto que la buena elección, la correcta puesta en obra y el buen mantenimiento garantizan una vida útil incomparable.

Por ejemplo:

Una vida útil máxima

Con la polución del aire, los materiales de construcción deben ser resistentes a la corrosión. El acero inoxidable es la respuesta a esta exigencia, la prueba es el Chrysler Building en Nueva York construido entre 1929 y 1932 y que demuestra la validez del acero inoxidable para las cubiertas.

Un mantenimiento mínimo

Los gastos de mantenimiento no dejan de aumentar, por lo que es importante tenerlos en mente desde la fase de planificación de un edificio. Gracias a su resistencia a la corrosión y de su acabado liso de superficie, la inmensa mayoría de los tejados de acero inoxidables necesitan muy poco o nulo mantenimiento.

Un peso reducido

Las características mecánicas del acero inoxidable nos dan unas ventajas como su espesor que se caracteriza porque generalmente es inferior al de la inmensa mayoría de los materiales metálicos utilizados en cubierta por lo que el peso total, después del ensamblaje, es muy reducido y la estructura portante, más ligera, por lo que la solución es más económica.

3.-El acero inoxidable se utiliza en exteriores tanto en cubiertas como en fachadas, prestándose fácilmente a la ejecución de la solución arquitectónica.

4.-Hay nuevas aplicaciones para el acero inoxidable como pueden ser la estructura de edificios, revestimientos de piscina o hasta fachadas de edificios industriales.

Todo lo dicho anteriormente nos muestra que se trata de un material accesible y que no solamente está ligado a una imagen de lujo.

Y que por ello, tanto para el prescriptor como para el propietario de un edificio, una cubierta de acero inoxidable presenta grandes ventajas.

2.3. GÉNÉRALITÉS DES ACIERS INOXYDABLES

Mais pour pouvoir commencer à expliquer tout ce que l'on peut faire avec l'acier inoxydable, dans un premier temps, il faut expliquer un peu de quoi on parle quand on parle d'acier inoxydable.

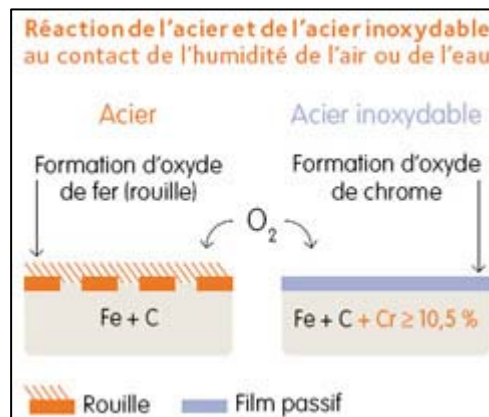
2.3.1. COMPOSITION CHIMIQUE :

Les aciers inoxydables sont des aciers alliés avec une teneur en chrome supérieure ou égale à 10,5% et une teneur en carbone inférieure ou égale à 1,2% (Norme E N 10088-2d e Novembre 1995).

Acier Inoxydable = fer + carbone (<1,2%) + chrome (> 10,5%) + éléments d'alliage

La teneur en chrome confère à l'acier inoxydable sa résistance à la corrosion car elle permet le développement naturel et continu d'un oxyde de chrome à sa surface. Cet oxyde, appelé «couche passive», le protège durablement contre tous les types de corrosion.

Cette couche passive se régénère naturellement au contact de l'humidité de l'air ou de l'eau.



LES ÉLÉMENTS D'ALLIAGE:

La résistance à la corrosion de l'acier inoxydable et ses propriétés physiques peuvent être encore améliorées par l'addition d'autres composants tels que le nickel, le molybdène, le titane, le niobium, le manganèse, l'azote, le cuivre, le silicium, l'aluminium et le vanadium.

2.3.2. STRUCTURE METALLURGIQUE :

Les métaux à l'état solide sont constitués par des assemblages d'atomes très petits, arrangés entre eux selon des formes très précises. Ces arrangements d'atomes constituent une "structure" métallurgique.

Ces structures dépendent de la température et des éléments d'alliage pouvant donner différentes familles d'aciers inoxydables, existent plus de cent nuances d'acier inoxydable.

Elles sont toutes regroupées en quatre grandes familles (norme EN 10088) :

Les Ferritiques

Les aciers inoxydables ferritiques sont composés d'un minimum de 12% de chrome et possèdent une faible malléabilité. Ces éléments en font un produit idéal pour des applications de toitures.

Les Austénitiques

Ce type d'acier inoxydable intègre un alliage particulier, le nickel qui permet de donner une certaine ductilité ou malléabilité à l'acier inoxydable austénitique. Les aciers inoxydables austénitiques, particulièrement renommés, peuvent être utilisés pour de multiples types d'applications : cassettes, façades ou encore mobilier urbain. Ils se divisent en deux familles, la série 200 et la série 300.

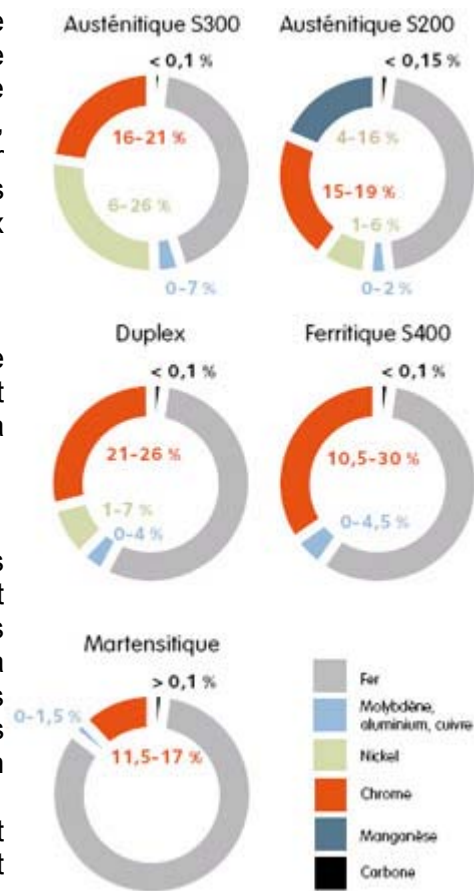
Les Martensitiques

Les nuances martensitiques sont produites de manière à pouvoir être «durcies» mais possèdent généralement une résistance très limitée à la corrosion.

Les Duplex

Il s'agit d'un acier inoxydable possédant à la fois les caractéristiques de l'acier inoxydable austénitique et celles de l'acier carbone. Les aciers inoxydables duplex possèdent une excellente résistance à la corrosion et présentent des caractéristiques mécaniques très bonnes. Dans la construction, les Duplex sont notamment utilisés pour la construction de ponts, de passerelles et de piscines.

Les principales nuances adaptées au bâtiment sont les austénitiques, ferritiques et duplex et particulièrement pour la toiture, les ferritiques et les austénitiques.



Pour pouvoir choisir la nuance la plus adéquate, il faudra tenir en compte :

- Les conditions d'exposition (Température, poussières, produits corrosifs, pression,...)
- L'environnement (Intérieur, extérieur, maritime, particulier,...)
- Les performances requises (caractéristiques mécaniques, déformation, magnétisme, etc...)
- Les coûts (matière première, mise en œuvre, maintenance,...)

2.3.3. ASPECTS DE SURFACE

Nous ne pouvons pas confondre l'aspect de surface et les types d'acier inoxydable et beaucoup de fois cela est un problème de méconnaissance.

Le type d'acier inoxydable correspond à la composition du métal : elle influe essentiellement sur la tenue à la corrosion et les caractéristiques mécaniques. Un même aspect de surface peut-être obtenu pour différents types d'acier inoxydable.

Les aspects de surface sont obtenus, en règle générale, par traitement mécanique ou physico-chimique :

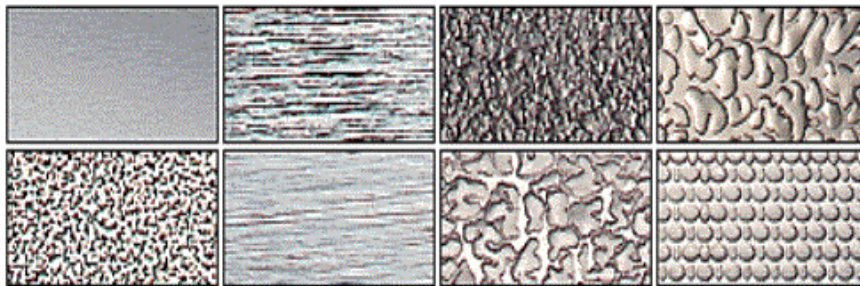
Des traitements de surface par impact tels que le grenailage, le sablage et le microbillage, nous obtenons des surfaces mates non réfléchives qui contrastent avec les surfaces polies. Le gravage mécanique par cylindres de laminage produit un écrouissage superficiel.

Cette finition est bien adaptée aux grandes surfaces car elle permet d'éviter des effets d'optiques indésirables grâce aux motifs géométriques ou aléatoires qui s'impriment sur le matériau.

Un même aspect de surface peut être obtenu sur toutes les nuances. Brut, l'inox a un aspect assez homogène, il est légèrement brillant et argenté. Les aspects de surface obtenus par traitements mécaniques ou chimiques sont très variés : mats ou brillants, rugueux ou lisses, unis ou avec des motifs.

Ils se répartissent en quatre familles :

- les surfaces lisses standard, directement issues des opérations industrielles de préfabrication, type finition 2D, 2B, ou 2R (laminé à froid et décapé) ou RB (recuit brillant) fini glacé, recuit brillant, mat,...
- les surfaces polies ou satinées, obtenues le plus souvent par brossage, abrasion, polissage ou laminage, type finition 2G, 2J, 2K ou 2P fini grain220, polimiroir.
- les surfaces gravées, obtenues par l'impression d'un motif en relief au moyen d'une opération de laminage (type finition 2F, 2M ou 2W) ou par gravure électrochimique fini gravé mat, gravé grenailé,...



Touts ces aspects de surface sont définitifs dès la pose.

- les surfaces revêtues, telles que l'inox étamé employé essentiellement en couverture. Les traitements mécaniques les plus répandus sont le polissage (à sec ou à l'huile), le bouchonnage (ou polissage rotatif), le brossage, le sablage, le microbillage et la gravure par des cylindres de laminage

Dans l'acier inoxydable étamé:

- L'étain qui recouvre les 2 faces a pour fonction essentielle de donner un aspect mat à la surface après la prise de patine.
- Cette patine résulte d'une réaction chimique entre l'étain et le milieu ambiant (air plus ou moins pollué, pluie,...). Cette réaction est plus ou moins lente selon l'exposition du bâtiment.

Coloration

L'inox peut être coloré par différents procédés. Le plus classique consiste à le revêtir d'une peinture ou d'un vernis coloré qui augmente la protection contre la corrosion.

10 "MATERIALES DE FUTURO:
CUBIERTAS DE ACERO INOXIDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN NO INDUSTRIAL EUROPEA.
TIPOLOGÍAS, VENTAJAS CONSTRUCTIVAS Y MEDIOAMBIENTALES"

Les revêtements organiques sont disponibles dans une large gamme de couleurs et peuvent être directement appliqués en usine.

Le procédé de coloration des aciers inoxydables est un procédé électrochimique par immersion comprenant plusieurs phases dans lesquelles, une couche d'oxyde de chrome transparente et fine, de 0.05 à 0.3 microns selon la couleur, est déposée sur la surface de l'acier (Couleurs possibles: or, bronze, noir, bleu cobalt, vert, champagne, gris anthracite (sur poli grain 180 uniquement). Cette coloration n'altère pas l'aspect d'origine et ne modifie pas la structure de l'acier inoxydable sur lequel elle est réalisée.



L'impression et la sérigraphie

Différentes techniques permettent d'imprimer des motifs sur l'acier inoxydable : teinture par procédé chimique, gravage par microbillage ou par rouleaux mécaniques, sérigraphie (photographies, dessins, logos). Ces différentes opérations peuvent être réalisées individuellement ou être combinées avec d'autres procédés pour donner des aspects originaux.

Mais, la finition la plus classique est le 2B qui présente une surface plate, lisse et plutôt réfléchive. De manière générale, ce qu'il est important à savoir est que plus la finition est lisse et brillante, plus grande est la résistance à la corrosion et plus facile est l'entretien.

Pour les couvertures traditionnelles, ce sont souvent les matériaux laminés mats ou faiblement réfléchissants. Les finitions laminées du type 2B ou 2R peuvent aussi être employées si un pouvoir réfléchissant est souhaitable.

Finition	Assemblage par agrafage sur bords relevés	Toit à soudure continue	Commentaires
2B	X	X	
Mat (grenailé, laminé)	X	X	
Texturée	X	–	
Ternée	X	–	
PVDF	X	X	Produit seulement partiellement peint
A coloration électrolytique	X	X	Couleur détruite au soudage

Exemples de finitions :

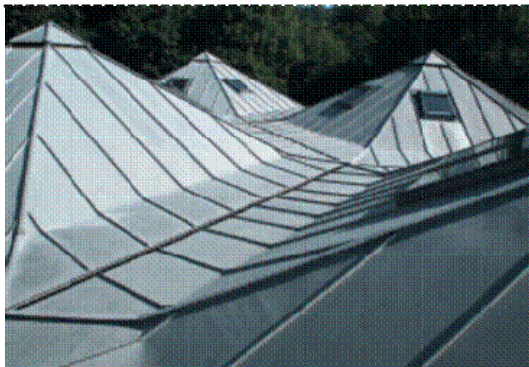
2B :

Il existe plusieurs procédés pour produire les matériaux faiblement réfléchissants. Le laminage à froid permet d'obtenir une finition mate.



ÉTAMÉS :

Les deux faces sont étamées par électrolyse d'une couche très fine de 100 % d'étain qui présente l'avantage d'une finition gris mat et qui simplifie le brasage des pièces de finition du type gouttière.



TEXTURÉS :

Il existe également des finitions texturées spéciales pour couverture. Le sablage, (par grenailage ou projection de billes de verre) aux granulats non ferritiques, donne une finition mate. Le procédé permet de produire une grande gamme de textures réfléchissantes ou mates. Mais, attention car, il peut donner lieu à des déformations surtout si une seule des deux faces a été sablée.

2.4. LES PROPIETES PRINCIPALES DES INOXYDABLES DANS L'ARCHITECTURE:

Une des choses que nous avons plus expliqué aux prescripteurs est qu'outre que les avantages esthétiques et de durabilité de l'acier inoxydable, celui-ci peut être aussi choisi en raison de ses propriétés physiques.

Propriétés physiques :

Réflexion thermique

Grâce à sa surface lisse et réfléchissante, l'acier inoxydable possède d'excellentes propriétés de réflexion de la chaleur.

Conductivité électrique

Avec la membrane continue d'une couverture inoxydable soudée en continu, nous n'aurons plus besoin de paratonnerre supplémentaire. Il suffit simplement de relier l'ensemble de la toiture à une bonne terre. Les toits en acier inoxydable peuvent aussi contribuer au blindage électromagnétique.

- Conductivité électrique de 76 Ohms/cms

Conductivité thermique

Avec une conductivité thermique relativement basse de 15 W/m°C.

Dilatation thermique

L'acier inoxydable possède une très basse expansion thermique qui est un avantage pour la conception d'un toit, il permet l'utilisation des longues bandes de couverture de jusqu'à 15m. L'expansion thermique linéaire de l'acier inoxydable ferritique est de:

- 1,6mm par mètre par 100 °C.

Réactions avec d'autres matériaux :

L'acier inoxydable ne subit pas de réaction galvanique avec d'autres métaux utilisés dans la couverture métallique comme par exemple, le Cuivre, le Plomb, le Zinc ou l'Aluminium. Dans un environnement marin le contact direct avec l'aluminium doit être évité par l'utilisation d'un isolant de la bande ou une couche appliquée à l'aluminium.

Résistance au feu

L'acier inoxydable est incombustible. Le point de fusion de l'acier inoxydable est à environ 1500°C, soit une température beaucoup plus supérieure à celle des autres matériaux de couverture, dont, par exemple : l'aluminium (660°C), le zinc (419°C) et le cuivre (1083°C).

Exposition aux acides :

Les valeurs du ph sont critiques pour garantir la stabilité des couches passives des métaux de couverture.

ph	Métal
1.7	Nuances 1.44 (316) acier inoxydable
2.7	Nuances 1.43 (304) acier inoxydable
4.0	Cuivre (en présence de composants de sulfure)
4.5	Aluminium
5.5	Zinc

Les propriétés mécaniques :

Le type d'acier inoxydable correspond à la composition du métal : elle influe essentiellement sur la tenue à la corrosion et ses caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques sont différentes selon le type d'acier inoxydable.

Propriétés mécaniques

L'acier inoxydable possède une excellente résistance, ductilité et ténacité sur une fourchette très ouverte de températures. Il est très difficile à détruire et sa résistance est si élevée qu'il est possible de réduire l'épaisseur du parement ou des éléments de construction. On peut, en outre, accroître la rigidité du matériau par façonnage à froid.

Aptitude au façonnage

Les aciers inoxydables employés en couverture sont faciles à façonner et assembler. Ils ne sont pas sensibles aux très faibles températures d'extérieur. La bonne construction ou le bon montage dépendent ainsi moins des conditions climatiques.

La corrosion :

C'est l'altération des métaux et alliages sous l'action du milieu environnant.

Il faut penser qu'avec une teneur en chrome de 10,5 % minimum, les aciers inoxydables se protègent en continu par une couche passive d'oxyde de chrome qui se forme naturellement en surface par combinaison du chrome et de l'humidité de l'air et que si cette couche se détériore, elle se régénère en continu.

Cette spécificité confère aux inox leur résistance à la corrosion.

Propriétés environnementales

Un des facteurs qui influence plus sur le choix des matériaux par les prescripteurs à l'heure de choisir l'acier inoxydable est la durabilité qui influence fortement mais, au jour d'aujourd'hui il est aussi important de savoir que le matériel a des bonnes propriétés environnementales, comme par exemple:

- ⇒ Pendant toute la durée de vie du produit, le matériau de construction doit rester neutre pour l'environnement et ne pas relarguer de substances toxiques dans l'atmosphère ou dans les eaux de ruissellement.
- ⇒ A la fin de sa vie utile, le produit de construction ne doit pas représenter un problème de gestion des déchets. Il doit être entièrement recyclable.

Et c'est le cas de l'acier inoxydable.

Teneur recyclable et recyclabilité

L'acier inoxydable est produit à partir de matériau recyclé (jusqu'à 60 %) et il est lui-même recyclable à 100 %. Alors que certains autres matériaux de couverture doivent suivre les filières des matières dangereuses, l'acier inoxydable peut même représenter une valeur positive en ferrailage à la fin de la durée de vie utile du bâtiment.

Neutralité à l'égard des eaux pluviales l'acier inoxydable comprend une couche passive homogène spéciale destinée à garantir que le matériau n'affecte pas les eaux de pluie qui finissent par se retrouver dans la nappe phréatique.

Qualités architecturales :

L'acier inoxydable s'adapte aussi bien à la toiture-terrasse, qu'au toit en pente ou aux géométries courbes (voir exemple, ci-dessous).

Alors voyons les aciers inoxydables que traditionnellement nous préconisons pour la couverture métallique sont classés dans les familles suivantes :

⇒ Aciers inoxydables ferritiques:

- Au chrome
- Au chrome-titane ...

⇒ Aciers inoxydables austénitiques:

- Au chrome – nickel
- Au chrome – nickel - molybdène

Les nuances les plus couramment utilisé dans le bâtiment sont :

FAMILLES	Norme EN	Norme AISI
ferritique	1.4000	410 S
ferritique	1.4016	430
ferritique	1.4113	434
ferritique	1.4510	439
ferritique	1.4521	444
austénitique	1.4301	304
Austénitique au molybdène	1.4401	316
Austénitique au molybdène	1.4404	316L

Les aciers inoxydables ferritiques sont magnétiques tandis que les aciers inoxydables austénitiques ne le sont pas.

2.4.1. CRITÈRES DU CHOIX DES ACIERS INOXYDABLES

Le choix du type d'acier inoxydable dépend principalement de l'exposition atmosphérique et les ambiances auxquelles il va être exposé.

Pour ce qui concerne l'exposition atmosphérique, il faudra tenir compte aussi que certaines parties non exposées aux intempéries ne sont jamais ou peu nettoyées, comme par exemple la sous-face d'une couverture.

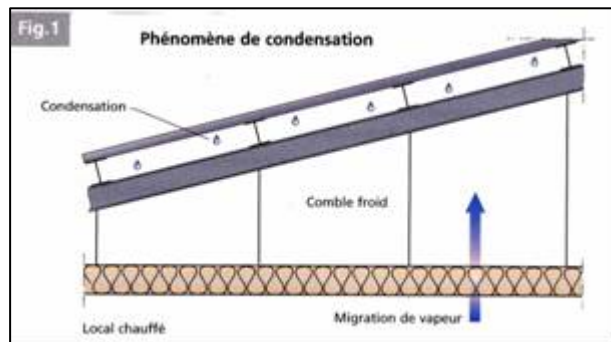
COUVERTURE								
Nuances d'acier inoxydable	EXPOSITIONS ATMOSPHÉRIQUES Atmosphères extérieures							
	Rurale non polluée	Urbaine ou industrielle		Marine				Exposition particulière
		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer	Mixte	
Aisi 430	■	■	■	■	■	■	■	■
Aisi 304	■	■	■	■	■	■	■	■
Aisi 316	■	■	■	■	■	■	■	■
■ Nuance adaptée à l'exposition ■ Nuance dont le choix sera arrêté après consultation du fabricant ■ Nuance non adaptée à l'exposition								

2.5. TYPOLOGIES : COUVERTURES EN ACIER INOXYDABLE

Les couvertures peuvent se définir de beaucoup manières différentes, une pourrait être, par exemple, par les matériaux utilisés pour les revêtir comme la terre cuite, l'ardoise, le ciment, le zinc, le cuivre et aussi l'acier inoxydable mais une manière beaucoup plus habituelle est selon la ventilation et c'est alors que nous pouvons les diviser en deux typologies principales:

- ⇒ Couverture froide
- ⇒ Couverture chaude

Pour pouvoir préconiser les couvertures en acier inoxydable, d'abord il faudra expliquer brièvement ces deux types de couverture car une couverture techniquement appropriée peut être mise en péril si les règles de la ventilation ne sont pas respectées pouvant donner des condensations car la présence d'humidité permanente peut engendrer de graves conséquences notamment si elles sont isolées thermiquement.



Couverture froide :

La couverture froide se caractérise par le fait d'avoir besoin d'une ventilation efficace des différents éléments qui constituent l'ensemble d'une couverture, celle-ci est indispensable pour assurer une bonne conservation du matériau de couverture et surtout de son support.

Il est aussi nécessaire d'avoir dans la toiture un espace libre sous l'élément de couverture avec une entrée d'air et une sortie pour permettre la ventilation. Si le comble est occupé, la ventilation se fait le long du rampant dans l'espace appelé lame d'air et si le comble est perdu, il se crée alors d'espace ventilé.

Dans les deux cas, rien ne doit s'opposer au libre renouvellement de l'air. La lame d'air doit être continue.

Couverture chaude :

La réalisation de couvertures métalliques aux formes complexes a conduit au constat qu'il n'était plus réaliste d'envisager un fonctionnement de ces ouvrages selon le principe des toitures froides ventilées, en raison de la forme de ces couvertures et de la grande longueur des versants.

De ce fait, le développement des toitures chaudes : un support, une isolation thermique et la couverture métallique, sans ventilation de l'espace en sous-face de la couverture.

L'association des composants d'une toiture chaude doit se faire avec une parfaite maîtrise des transferts de vapeur d'eau au travers du complexe, ce qui implique de composants adaptés et le respect de précautions rigoureuses au niveau de la pose.

Couvertures en acier inoxydable :

Quand on parle d'acier inoxydable avec les prescripteurs, nous parlons des techniques utilisées pour l'acier inoxydable autant pour couvertures traditionnelles comme pour les contemporaines. Nous parlons normalement de feuillard d'acier inoxydable, généralement d'une épaisseur de 0,4 ou 0,5 mm, peut être livré en bobines de largeurs allant de 350 mm à 670 mm. La relation des couvertures est comme suit:

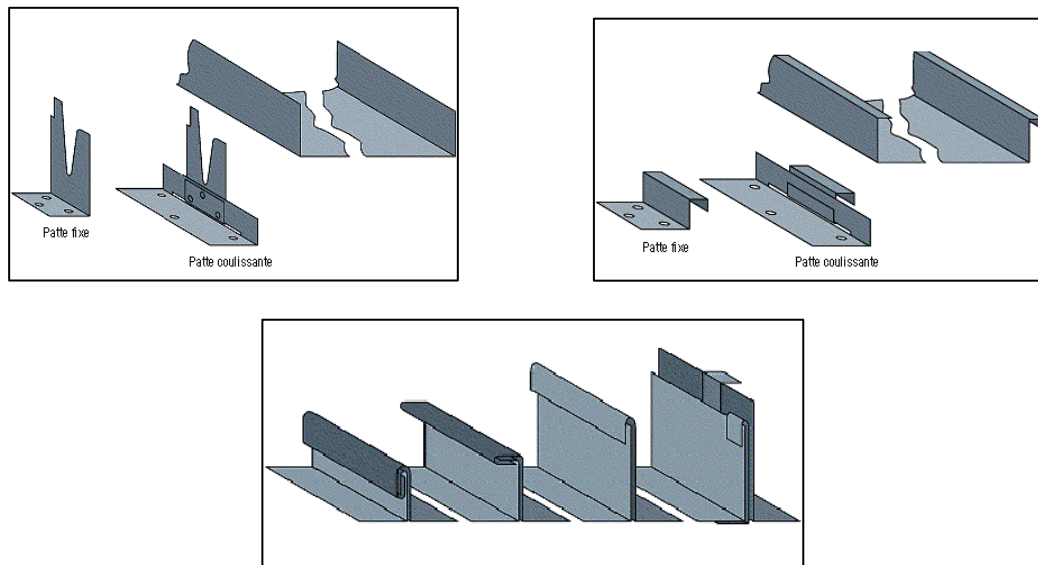
- ⇒ Couvertures entièrement supportées :
 - Joint debout
 - À tasseaux
- ⇒ Couverture autoportante :
 - Bac autoportant
- ⇒ Couverture de montage

Ici, j'explique d'une manière très générale comment se construisent les couvertures ci-dessus indiquées.

Le joint debout :

Le joint debout se fait par des bandes qui sont agrafées entre elles sur leur longueur par un double pliage, appelé sertissage (agrafure double), des bords préalablement relevés. L'ensemble est maintenu par des pattes de fixation.

Pour faire ce type de couverture, nous utilisons deux types de profils :



Les avantages sont :

- Idéale pour des surfaces planes qui nécessitent de longues bandes.
- Idéales pour des surfaces cintrées et pour les formes complexes.
- Etanchéité maximale.
- Mise en œuvre facile et réductions des coûts.
- Sertissage sans crainte de cassure quelle que soit la température.

Le joint à tasseaux :

Les tasseaux sont des morceaux de bois qui sont placés suivant la ligne de plus grande pente du versant afin de ne pas créer un obstacle à l'écoulement naturel des eaux et qui servent de ressaut et, en même temps, de base de replie des bandes d'acier inoxydable.

Chaque tasseau est fixé sur les lattes de bois à l'aide de pointes traversant perpendiculairement à la fois le tasseau et la patte en acier inoxydable, dite «patte à tasseau», intercalée au préalable entre les lattes de bois et le tasseau.

En général, dans les couvertures à ressauts, les tasseaux sont disposés en quinconce (Disposé en cinq : quatre aux coins d'un quadrilatère et un au milieu de celui-ci.).

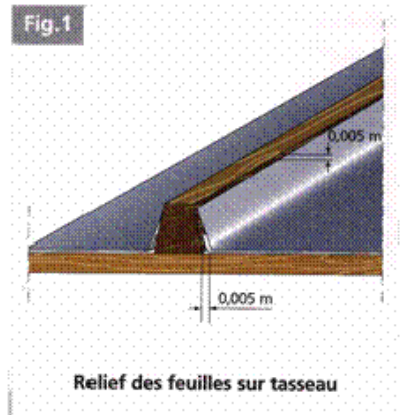
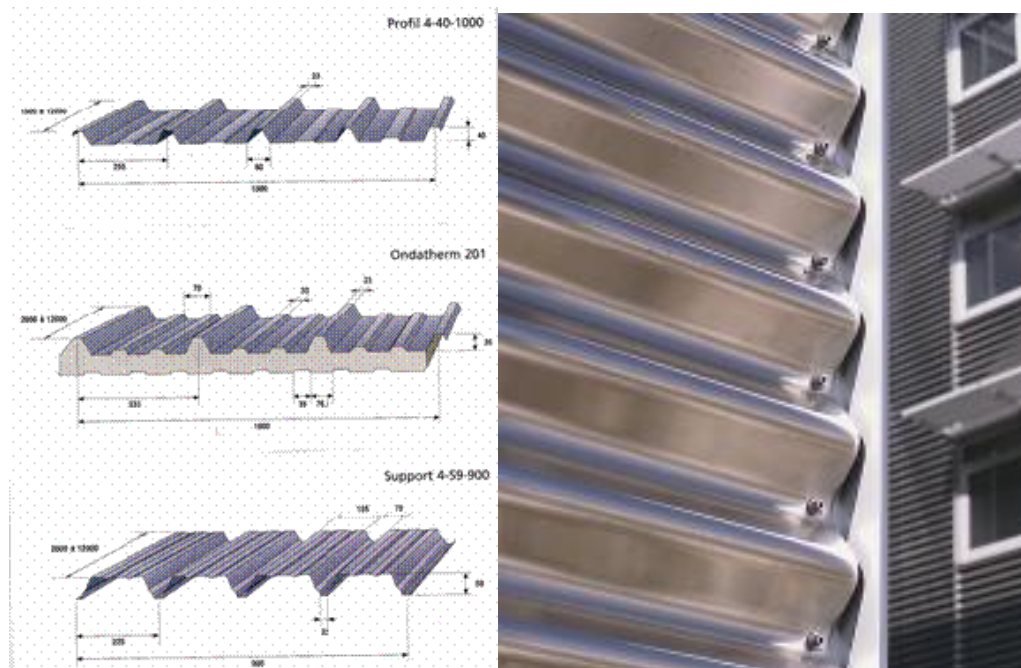
Les avantages sont:

- Possibilité de réaliser des couvertures complexes : des surfaces cintrées, convexes ou concaves, des dômes, des cônes, etc.
- Maintenance facilitée en cas de réparation.
- Aspect en relief.

Bac autoportant:

Les bacs autoportants sont une gamme de profils et panneaux isolants de couverture en acier inoxydable, assortis de leurs accessoires de finition. La mise en œuvre est similaire à celle de l'acier prélaqué.

Exemples de bacs type:



Les avantages :

- Grande variété des profils et possibilité de cintrage.
- Grande portée et rigidité, simplicité et allègement des charpentes.
- Solution économique.
- Solution pour la réalisation de couverture double peau à un coût optimisé.
- Simple et rapide à la pose, cette technique peut être utilisée pour tout type de régions.

Couverture de montagne :

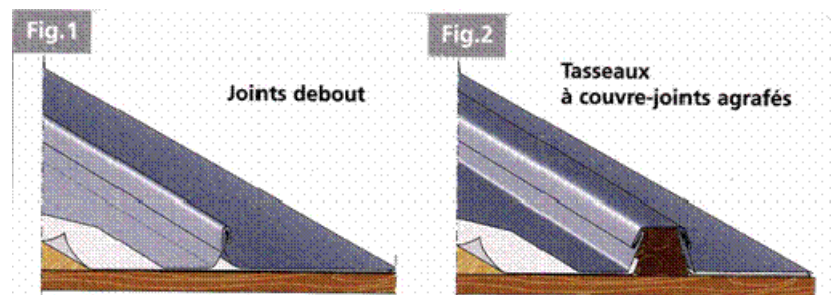
Dans les régions soumises à un climat de montagne, les ouvrages doivent être conçus et réalisés en tenant compte :

- des écarts journaliers de température de surface
- des charges localisées ou réparties de neige ou de glace
- de l'érosion et des arrachements provoqués par des déplacements de la neige et de la glace
- des phénomènes de siphonnage
- des périodes réduites de l'année pendant lesquelles il est possible de construire et d'effectuer l'entretien

Certaines toitures de bâtiments implantés à une altitude inférieure ou égale à 900 m peuvent être considérées comme toitures sous climat de montagne, en fonction des conditions micro climatiques particulières. Les documents particuliers du marché en font la mention.

Les deux systèmes de couverture admis en région de montagne sont :

- la couverture à joints debout en longues feuilles [fig. 1]
- la couverture à tasseaux à couvre-joints agrafés [fig. 2]



2.6. Características constructivas:

2.6.1. .Explicación constructiva y detalles tipo de las cubiertas.

Après mon arrivée et de la participation dans différents projets, le département a détecté une manque d'information à propos du produit, de ses qualités architecturales, environnementales, technique, etc.. Et que de plus en plus, les concepteurs, les techniciens et les installateurs nous demandaient à propos des solutions et des conseils pratiques de la mise en œuvre.

Pour cela, mon objectif ultérieur a été le résumé de solutions détaillées et de conseils pratiques des couvertures en acier inoxydable. Un mémento de fiches a été fait et cela a débouché à la publication, de la part de l'entreprise et avec l'objectif d'être utilisé comme aide basique dans l'exécution, d'un résumé des fiches appelé : « Mémento de la couverture en acier inoxydable ».

(Fiches en annexe telles qu'elles ont été présentées pour la publication du mémento)

2.7. Normativa: Normativa del acero inoxidable

Les normes européennes à respecter par les aciers inoxydables en générale et aussi par les couvertures en acier inoxydable sont :

- EN 502 Produits de couverture en tôle métallique – Spécifications pour les plaques de couverture en tôle d’acier inoxydable
- EN 508-3 Produits de couverture en tôle métallique – Spécifications pour les produits auto-portés en tôle d’acier inoxydable, aluminium ou acier – 3ème partie : acier inoxydable
- EN 10088 Aciers inoxydables. Liste des aciers inoxydables
- EN 10088-2 Aciers inoxydables. Conditions techniques de livraison des tôles et bandes pour usage général
- EN 10088-3 Aciers inoxydables. Conditions techniques de livraison des produits semi-finis, barres, tiges et profils pour usage général
- EN 612 Gouttières pendantes et descentes d’eau pluviale en métal laminé

2.8. Comparativo: Comparativa de los diferentes tipos de materiales metálicos.

Para poder comparar el acero inoxidable con el resto de los materiales metálicos de cubierta primero he de hablar de sus propias características para luego compararlas y para ello parto de su composición química que le confiere la mayoría de características del material.

Composición química (análisis de colada) en %		
	(X5CrNi 18-10 / 1.4301 / AISI 304)	(X2CrNiMo 17-12-2 / 1.4404 / AISI 316L)
C	≤ 0,07	≤ 0,03
Si	≤ 0,75	≤ 0,75
Mn	≤ 2,00	≤ 2,00
Pmax	0,045	0,045
Si	≤ 0,015	≤ 0,015
Cr	18,00 à 20,00	16,50 à 18,50
Ni	8,00 à 10,50	10,00 à 13,00
Mo		2,00 à 2,50

2.8.1. Características físicas y mecánicas

Las características físicas y químicas, las podemos comparar con el cinc, el cobre y el aluminio para tener una idea rápida de sus diferencias principales.

Características	AISI 304	AISI 316L	AISI 430	CINC	COBRE	ALUMINIO
Densidad	7,9	8	7,7	7,18	8,9	2,7
Dilatación mm/m t = entre 20°C y 100°C	1,6	1,6	1,02	2,2	1,65	2,38
Temperatura de fusión °C	1380	1380	1460	418	1083	660
Módulo elástico mini Rp0.2 en Mpa	200	200	220	90	120	67
Límite elástico (Mpa)	230(340*)	240(340*)	240 mini	90	210 1/4 duro	150 A5 endurecido
Carga de ruptura(Mpa)	540 à 750 (670*)	530 à 680	400 - 550	190	230 1/4 duro	170 A5 endurecido
Espesor corriente (mm)	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	0,65	0,5	0,7
Alargamiento %	45 (50*)	40(45*)	25 mini			

* Valores medios

Propiedades físicas:

Conductividad eléctrica

Con la membrana continua de una cubierta inoxidable soldada en contínuo, no necesitamos pararrayos. Simplemente basta con unir el conjunto del tejado a una toma de tierra. Los tejados de acero inoxidables también pueden contribuir al blindaje electromagnético.

- Conductividad eléctrica de 76 ohmios / por Cm

Dilatación

El acero inoxidable posee una expansión térmica y muy baja que es una ventaja para el diseño de un tejado, permite la utilización de las bandas más largas de cubierta de hasta 15m o 20m según la calidad en 500mm de ancho frente a 13m el cinc y 15m el cobre, en el caso de 650mm de ancho es de 15m y 12m según la calidad frente a los 10m del cobre y el cinc.

La expansión térmica lineal del acero inoxidable ferrítico es de:

- 1,6mm por metro.

Conductividad térmica

Con una conductividad térmica relativamente baja de 15 tipos de W / moC.

Reflexión térmica

Gracias a su superficie lisa y reflejante, el acero inoxidable posee propiedades excelentes de reflexión del calor.

Reacciones con otros materiales:

El acero inoxidable no sufre reacción galvánica con otros metales utilizados en la cubierta metálica como por ejemplo, el Cobre, el Plomo, el Cinc o el Aluminio. Eso sí, en un medio ambiente marino el contacto directo con aluminio debe ser evitado utilizando un aislante.

Resistencia al fuego

El acero inoxidable es incombustible. El punto de fusión del acero inoxidable está a aproximadamente 1500°C, es decir una temperatura muy superior a la de otros materiales de cubierta, entre los que están, por ejemplo: el aluminio (660°C), el cinc (419°C) y el cobre (1083°C).

Propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas

El acero inoxidable posee una resistencia excelente, una ductilidad y una tenacidad entre una amplia gama de temperaturas. Es muy difícil de destruir y su resistencia es tan elevada que es posible reducir el espesor del paramento o de los elementos de construcción. Podemos, además, aumentar la rigidez del material por tratado en frío..

Aptitud a trabajarlo

Los aceros inoxidables empleados en cubierta son fáciles a dar forma y a ensamblar. No son sensibles a las temperaturas exteriores muy bajas.

2.8.2..Resistencia a la corrosión

La corrosión es la alteración de los metales y las aleaciones bajo el efecto del medio cercano.

En el caso del acero inoxidable hay que pensar que con un contenido en cromo del 10,5 % mínimo, los aceros inoxidables se protegen continuamente por una capa pasiva de óxido de cromo que se forma naturalmente en la superficie por combinación del cromo y de la humedad del aire y qué si esta capa se deteriora, se regenera continuamente.

Esta especificidad confiere a acero inoxidable su resistencia sobre la corrosión.

El acero inoxidable acepta el contacto con otros materiales metálicos como: cinc, cobre, plomo, acero galvanizado, tampoco es sensible al contacto de los morteros de cemento, de cal o de yeso y puede ser puesto sin inconvenientes sobre todas las madera.

2.8.3..Coste

El coste ha sido siempre un campo de batalla en lo que respecta el acero inoxidable. El precio del acero inoxidable es en €/Kg por lo que ese coste se percibe muy elevado pero teniendo en cuenta el peso del material por m² y el ciclo de vida del material este coste no es tal y como se percibe.

24 "MATERIALES DE FUTURO:
CUBIERTAS DE ACERO INOXIDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN NO INDUSTRIAL EUROPEA.
TIPOLOGÍAS, VENTAJAS CONSTRUCTIVAS Y MEDIOAMBIENTALES"

Primera comparación de coste	
Material	Precio aprox. (\$/kg)
Acero	1.0-1.5
Acero galvanizado	1.5-2.5
Inox 304	4.0-5.0
Aluminio	4.0-5.5
Inox 316	5.0-6.0
Cobre	8.0
Bronce	10.0

Source: Facet Consulting Engineers.

Con la tabla que ahora sigue se intentó demostrar que el coste de partida del acero inoxidable puede ser más bajo si lo comparamos con otros materiales y un ciclo de vida de 100 años. En la tabla el coste inicial es un promedio para los trabajos para una cubierta de tamaño medio en el Sur de Inglaterra (en el momento de la realización del estudio).

La tabla intenta ser un examen de los gastos relativos a la cubierta, más que gastos reales.

SISTEMA DE CUBIERTA	DURABILIDAD	COSTE INICIAL (£/m ²) B	REPARACIÓN & MANTENIMIENTO DURANTE EL CICLO DE VIDA (% inicial £) C	COSTE DE QUITAR LA MATERIA (£/m ²) D	COSTE TOTAL DURANTE CICLO DE VIDA E=(B+C+D)	FACTOR BASADO EN FRECUENCIA DE CAMBIO EN 100 AÑOS F	COSTE TOTAL E*F
Betún modificado de dos capas con gravilla de piedra	20 años	£21.00	10%	£3.00	£26,10	5	£130,50
20mm de Asfalto al BS 6577 con pintura solar reflexiva y sobre una base.	20 años	£28.00	10%	£6.00	£36,80	5	£184,00
Tejas de cemento sobre listones y fieltro	50 años	£19.00	10%	£3.00	£23,90	2	£47,80
Doble teja simple de arcilla simples sobre listones sobre listones y fieltro	65 años	£44.00	10%	£4.00	£52,40	1,54	£80,70
Doble capa de pizarra sintética sobre listones y fieltro	40 años	£32.00	12%	£4.00	£39,84	2,5	£99,60
Pizarra natural sobre listones y fieltro	100+ años	£50.00	12%	£4.00	£60,00	1	£60,00
Cobre de 0,6mm sobre una base.	70 años	£36.00	1%	£3.00	£39,36	1,4	£55,10
Cinc pre-patinado de 0,7mm sobre una base	40 años	£37.00	2%	£3.00	£40,74	2,5	£101,85
Plomo Cod. 5 sobre una base	80 años	£41.00	1%	£3.00	£44,41	1,2	£53,29
Inoxidable 4301 en 0,4mm mate	100+ años	£33.00	1%	£3.00	£36,33	1	£36,33
Inoxidable 4404 en 0,4mm mate	100+ años	£36.00	1%	£3.00	£39,36	1	£39,36
Inoxidable 4401 en 0,4mm mate	100+ años	£38.00	1%	£3.00	£41,38	1	£41,38

La tabla muestra que el acero inoxidable tiene un coste ampliamente amortizado en el tiempo por eso el acero inoxidable es el material que posee la vida útil más larga y con una relación calidad/tiempo y precio/tiempo que es el mejor.

2.8.4. Parámetros medioambientales

Lo que siempre hemos querido que se sepa que como el acero inoxidable resiste a la corrosión, es inerte, es decir que no interactúa con el medio exterior, pues no sufre modificaciones de éste y a su vez es neutro, es decir que no deja iones metálicos.

Y una nueva prueba acaba de ser aportada por un equipo de investigadores de la universidad de Birmingham que ha medido que la cantidad de metal dejada ir en una muestra de 2 cm² de acero inoxidable en una solución de agua sanitaria clorada era de (0,8ng/24h = 0,0000000008 gramos).

Para alcanzar el contenido máximo autorizado de níquel, hay que dejar macerar la muestra que cuelga al menos 68 años.

Reciclaje:

El componente principal del acero inoxidable es el hierro reciclado al 100%, un material que está disponible abundantemente para reciclar.

Energía:

Según los datos disponibles el acero inoxidable es la solución que, con diferencia, tiene menor emisión energética en el revestimiento metálico de cubiertas.

Las ventajas del material a lo largo de todo su ciclo de vida, hacen que el resto del edificio permanezca viable a lo largo del tiempo.

Todavía tenemos ciertas reticencias cuando se trata de seleccionar las cifras exactas para la energía emitida por los metales, incluyendo entre ellos al acero inoxidable. No obstante estas reticencias, las ventajas del acero inoxidable son suficientemente grandes para que la conclusión a la que se pueda llegar cambie con unos datos más exactos.

Los últimos datos y los más fidedignos se presentan como estimaciones para la energía emitida y emisiones de CO₂ para los metales comúnmente usados para techar.

	Energía emitida en megajoules por m ² de cubierta	Emisión de CO ₂ en kg de CO ₂ /m ² de cubierta
Acero inoxidable	4	61
Cinc	36	505
Aluminio	42	589
Cobre 65% reciclado	48	736
Plomo 47% reciclado	281	3885

Cifras de estimaciones bajas y altas.

Fuente: Davis Langdon & Everest's Environment & Energy Group

Colecta y evacuación de las aguas pluviales

Los accesorios de tejado son los complementos ideales para las cubiertas realizadas en acero inoxidable.

Ideal para la recuperación de las aguas pluviales, el acero inoxidable permite realizar canalones de piezas únicas de 20 m de longitud y 1250 mm de ancho que provoca una disminución del número de soldaduras, aumentando la seguridad en la obra y reduciendo los costos.



2.9. Elección del material:

La elección del tipo de acero inoxidable principalmente depende de la exposición atmosférica y los ambientes a los cuales va a ser expuesto.

En lo que concierne a la exposición atmosférica, hay que tener en cuenta que hay ciertas partes no expuestas a las inclemencias climáticas que no han sido jamás o casi nunca limpiado, como por ejemplo la bajo cubierta.

2.9.1. Según tipología constructiva (tanto pasados "rehabilitaciones", como "futuros")

Siempre hemos dicho a los prescriptores, que acero inoxidable se puede utilizar tanto en rehabilitaciones todo y su aspecto avanguardista como en nueva ejecución pues no es un material que solamente pueda ser utilizado en arquitectura moderna.

Rehabilitación:

Como se ve, el acero inoxidable se puede utilizar para rehabilitar una cubierta como para fachada, evitando así muchos de los problemas de vandalismo en un barrio conflictivo.



De nueva ejecución:

Como el siguiente ejemplo del que ya he hablado al comenzar la memoria y que es el aeropuerto "Charles de Gaulle" y más concretamente la terminal 2E, confrontada, su cubierta de acero inoxidable, con la cubierta en cinc de la terminal 2F.



2.9.1.1. Tipos de edificios y ejemplos de construcciones europeas:

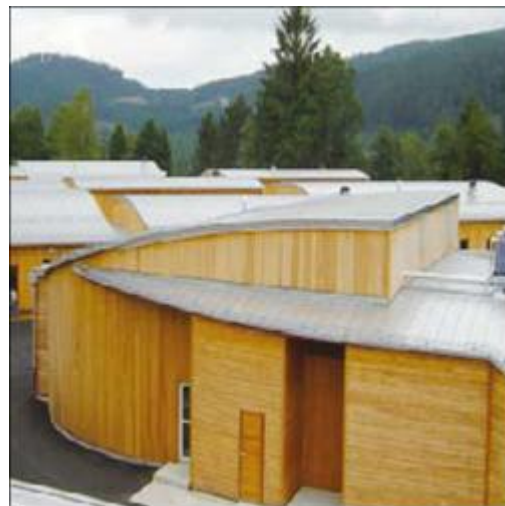
Siempre hemos tenido que hacer entender que acero inoxidable tampoco tiene limitado su uso según la tipología del edificio pues su versatilidad le da mucho juego.

De servicios:

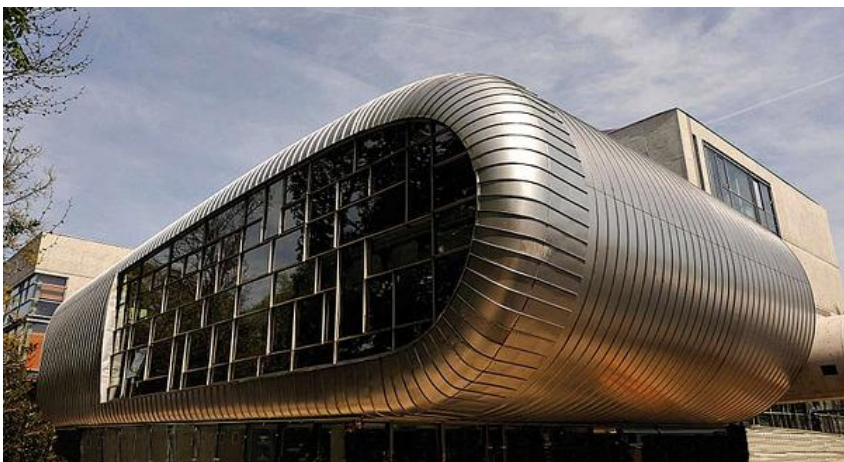


Abadía Battle Edificio de visitantes, East Sussex - Inglaterra
Arquitectos: Dannatt Johnson Architects

Centro de acogida y readaptación social
“Le Beillard”, Gérardmer - Francia
Arquitecto J. Macchi



Escuelas:

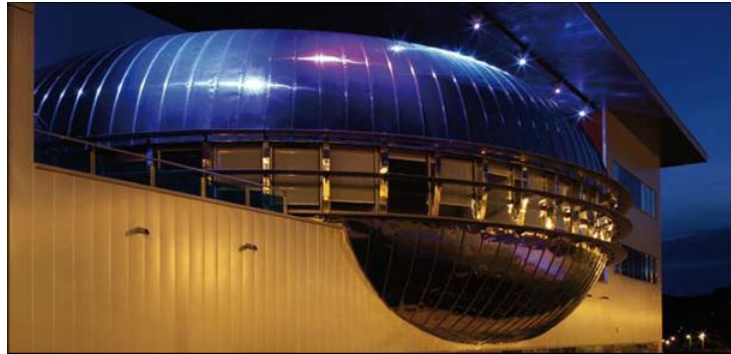


Escuela Marie Curie, Versailles - Francia
Arquitectos : Richard y Schoeller.

28 "MATERIALES DE FUTURO:
CUBIERTAS DE ACERO INOXIDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN NO INDUSTRIAL EUROPEA.
TIPOLOGÍAS, VENTAJAS CONSTRUCTIVAS Y MEDIOAMBIENTALES"

Industrial:

Maison des Microtechniques,
Besançon - Francia
Arquitecto:
Lamboley Arquitectos



Religiosa:



Templo budista Kadampa Manjushri
Ulverston, Cumbria - Angleterre
Arquitecto : Mark Tole

Viviendas:



Alte Kohlenhandlung,
Langenthal - Suiza
Arquitectos :
Blum & Rossenbacher

2.9.2. Influencia del emplazamiento y la elección del acero inoxidable.

DEFINICION DE LAS EXPOSICIONES ATMOSFÉRICAS

Según la Norma P34.214 – DTU 40.44

	EN 10088	Cr	Ni	Mo	Classification environnementale
Ferrítico (típicamente estañado)	1.4510	18	–	–	Baja
Austenítico	1.4301	17,0-19,5	8,0-10,5	–	Baja
Austenítico	1.4401	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5	Media
Austenítico	1.4404	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5	Media
Austenítico	1.4436	16,5-18,5	10,5-13,0	2,5-3,0	Media
Austenítico	1.4432	16,5-18,5	10,5-13,0	2,5-3,0	Media
Austenítico	1.4439	16,5-18,5	12,5-14,5	4,0-5,0	Alta

Classe	Description de l'environnement	Nuance type
Baja	Zonas rurales, fuerte pluviometría y/o fuerte temperatura	1.4510 (típicamente estañado)
	Zonas urbanas con baja actividad industrial y baja polución	1.4301
Media	Zonas urbanas más polucionadas, zonas industriales y zonas con fuerte pluviometría.	1.4401, 1.4404, 1.4435, 1.4436, 1.4432
Alta	Zonas con riesgo alto con cloruro, dióxido de azufre, fluoruro, etc. Zonas industriales o con alta temperatura.	1.4439, 1.4539, 1.4547
	Un cuidado particular es necesario para evitar fisuras donde materiales corrosivos, cloruros, etc corren el riesgo de acumularse.	1.4462 (Duplex)

Ambientes interiores

Locales a higrometría débil o media

Corresponde al medio dentro de locales cuya higrometría es débil a media, no sobre ocupado y equipados de una ventilación apropiada.

Locales a higrometría fuerte o muy fuerte o ambiente agresivo

Corresponde al medio dentro de locales cuya higrometría es fuerte a muy fuerte con, sea una concentración importante humana o animal (ganadería, etc), o una ventilación mediocre, o una producción fuerte de vapor de agua (papelería, cocina colectiva, tintorería, etc) o cuya atmósfera es agresiva (corrosión química, aspersión corrosiva) hasta de modo intermitente.

Atmósferas exteriores

Atmósfera rural no manchada(no contaminada)

Corresponde a medio a l ' exterior de las construcciones situadas en el campo en ausencia de polución particular, por ejemplo, humos que contengan vapores sulfurosos.

Atmósfera normal urbana o industrial

Corresponde al medio exterior de las construcciones situadas a en aglomeraciones y/o en un entorno industrial que contiene una o varias fábricas que producen gases y humos que

30 "MATERIALES DE FUTURO:
CUBIERTAS DE ACERO INOXIDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN NO INDUSTRIAL EUROPEA.
TIPOLOGÍAS, VENTAJAS CONSTRUCTIVAS Y MEDIOAMBIENTALES"

crean un crecimiento sensible de la polución atmosférica sin ser fuente de corrosión debida al contenido fuerte en compuestos químicos.

Atmósfera severa industrial o urbana

Corresponde al medio de las construcciones situadas en las aglomeraciones o en un entorno industrial.

2.9.3. Resumen

La elección de una calidad de acero inoxidable debe pasar por el examen de dos aspectos concretos:

- .La aplicación
- .Las condiciones atmosféricas en las cuales será utilizada

Con la aplicación analizaremos en qué lugar va estar colocado el acero inoxidable, si en la cubierta, en la bajo-cubierta, en la fachada, o en algunas partes decorativas interiores etc que nos harán reflexionar sobre la posibilidad de mantenimiento y la limpieza del material.

Con las condiciones atmosféricas, debemos tener en cuenta el tipo de ambiente al cual el acero inoxidable debe hacer frente y con ello seleccionar la correcta calidad de acero inoxidable.

Estos dos parámetros nos darán la llave de la selección del material ya que ningún otro criterio estético y/o de tipología de edificio, nos va a impedir la utilización del acero inoxidable. Pues como ya hemos visto, se puede utilizar tanto en rehabilitación como en nueva ejecución y en cualquier tipología de edificio.

2.10. Precauciones y mantenimiento.

Precauciones

A pesar de su excelente resistencia, ciertas precauciones se revelan indispensables y para ello, debemos indicar con exactitud a las empresas de cubiertas, los siguientes puntos:

Manutención - Transporte - Almacenamiento

- Evitar trabajar el material en el mismo suelo de la obra
- Las chapas deben ser puestas planas y las bobinas levantadas
- El almacenamiento debe estar cubierto ventilado o entoldado con un soporte aislado en el suelo (no almacenar bajo la lluvia o en un lugar húmedo)
- Las placas no deben ser tomadas con la eslinga (riesgos de roturas)

Doblado - Perfilado - Curvado

- Utilizar herramientas adaptadas para el perfilado: las máquinas deben tener un mínimo de guijarros preferentemente en acero inoxidable (evitar contaminación ferrosa)
- Plegadoras "parisinas" no pueden utilizarse
- El acero inoxidable se comporta perfectamente en el momento de los doblados, hasta los más severos. El material no se rompe ni a temperaturas muy bajas (incluido $<0^{\circ}\text{C}$) y conserva todas sus calidades de maleabilidad.
- El curvado debe ser realizado con instrumentos adaptados para evitar contaminación.

Contacto con otros materiales

- El acero inoxidable acepta el contacto con otros materiales metálicos como: cinc, cobre, plomo, acero galvanizado ...
- No es sensible al contacto de los morteros de cemento, de cal o de yeso
- Puede ser puesto sin inconvenientes sobre todas las maderas

Corte

- Una herramienta adaptada es indispensable: debe ser reservado para el trabajo del acero inoxidable exclusivamente (contaminación)

Limpieza:

Una pregunta muy usual, por parte de los constructores, es el saber como ha de limpiarse un acero inoxidable por lo que se hemos de distinguir lo siguiente.

Para el acero inoxidable, debemos distinguir tres tipos de operaciones de limpieza:

- Previo a la recepción de obra.
- Mantenimiento regular
- Renovación.

LIMPIEZA PREVIA A LA RECEPCIÓN DE OBRA

El acero inoxidable está generalmente protegido por una película plástica adhesiva. Después de quitar esta película, una limpieza simple con agua jabonosa es suficiente.

En el caso de manchas (yeso, cemento, cola, etc) una limpieza deberá ser efectuada con la ayuda de productos adaptados que son soluciones caliente al 10 o 15% de ácido fosfórico y después neutralizada con amoníaco. Aplicando después gran cantidad de agua para limpiar, secando después.

LIMPIEZA DE MANTENIMIENTO REGULAR

Exterior

La limpieza de mantenimiento se con productos jabonosos sin lejía (detergentes en polvos, detergentes líquidos, jabones) con la ayuda de una esponja. Seguida de un enjuague abundante al agua.

Para el secado, es necesario utilizar los raspadores de goma que se emplea para las superficies vítreas. Un principio simple consiste en limpiar la superficie acero inoxidable al mismo tiempo que las superficies vítreas.

Interior

El mantenimiento con los productos jabonosos corrientes se revela ineficaz cuando se trata de quitar los rastros de los dedos. Los productos satisfactorios contienen ácidos con una función desgrasante por lo que un enjuague cuidadoso, si es posible con agua caliente, siempre es necesario.

Para el secado, es de buena práctica de utilizar los raspadores de goma que se emplea para las superficies vítreas. Si esta práctica se revela imposible, se aconseja utilizar un trapo suave y limpio.

LIMPIEZA DE RENOVACIÓN

En el caso de graffitis, de pintadas o de mantenimiento descuidado demasiado tiempo, una limpieza simple puede ser insuficiente para devolver a las superficies su aspecto original.

Se puede obtener un buen resultado utilizando productos específicos de limpieza. Un enjuague final siempre es necesario.

SE RECOMIENDA

- Utilización de esponjas o en su falta de cepillos muy suaves del tipo nailón (salvo sobre acabados brillante o espejo).
- Cepillado en dirección del pulido. En todo caso, siempre en el mismo sentido.
- Enjuague al agua.
- Secado con el raspador caucho o en su defecto un trapo suave y limpio.
- Empleo de limpiadores de alta presión, con o sin productos jabonosos, y / o agua caliente.
- En general, utilizar instrumentos y utensilios limpios.

HAY QUE EVITAR

La utilización de:

- Bayetas metálicas.
- Cepillos y lanas metálicas.
- Cepillos duros.
- Cepillos de nailón, sobre pulidos brillante o espejo.
- Estropajos y polvos abasivos (ni siquiera muy finos).

La aplicación de:

- Producidos clorados, ceras y lejías.
- De manera general todo producto cuya composición no sea conocida o adaptada: ácido nítrico, fluorhídrico, etc.

2.11. Nuevas tendencias en el acero inoxidable. (PV solutions)

En el momento en el que hablamos de energía solar, el acero inoxidable es uno de los materiales predilectos para la fabricación de muchas partes de paneles solares térmicos (para producir calor) y fotovoltaicos (para producir electricidad).

El acero inoxidable se usa tanto para el marco de los paneles como para los captadores, los flexos de conexión e incluso el intercambiador.

Nuevos desarrollos:

Marcos para la integración de los paneles fotovoltaicos en la cubierta:

El marco de acero inoxidable es una solución que contribuye a la integración del sistema en la cubierta y aumenta la producción. SolarStyl™ es un kit de instalación de módulos fotovoltaicos que comprende un marco de acero inoxidable, un juego de carriles y un sistema de fijación, todo él de muy rápida y fácil utilización.



Las ventajas de este sistema:

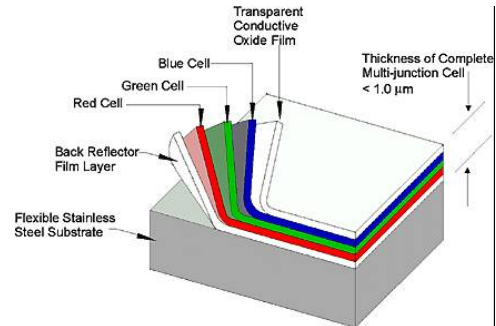
- Instalación fácil y rápida
- Integración en los sistemas constructivos de cubiertas de acero inoxidable como la de junta alzada o la de tablón.
- Utilizable sobre todo tipo de tejado, tanto en nuevo como en renovación.
- Integración de la conexión en el marco en acero inoxidable para permitir una conexión de los módulos unos a otros.

Paneles solares de silicio amorfo flexible:

En esta tecnología que ya lleva unos años en el mercado, se busca una solución para la integración fotovoltaica en la construcción así como una solución flexible que permita la colocación en cubiertas curvas y que a su mismo tiempo, tenga una eficiencia mayor, igual o parecida a otros sistemas fotovoltaicos.

En dicha tecnología, el acero inoxidable es utilizado como sustrato en donde van a superponerse todas las diferentes capas que después, tras su encapsulación, serán el panel fotovoltaico.

El acero inoxidable, se selecciona entre otros materiales por su buen comportamiento ante la corrosión y su durabilidad en el tiempo así como, en el caso de la mayor empresa fabricante de este tipo de panel (Unisolar) por su carácter magnético.



Las ventajas de este sistema:

- Flexible y ligero
- Instalación fácil y rápida
- Integración en todo tipo de cubierta.
- Utilizable sobre todo tipo de tejado, tanto en nuevo como en renovación.
- Eficiente aún sin sol.

3 CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

La conclusión que siempre llegamos con los prescriptores, técnicos e instaladores es que la imagen del acero inoxidable como material de cubierta no se corresponde con la realidad porque más allá de un material excesivamente moderno, muy brillante, lujoso y caro, el acero inoxidable dispone de unas propiedades físicas, mecánicas y medioambientales que le confieren una versatilidad fuera de lo común además de una calidad extraordinaria con un ciclo de vida de entre los más largos y un coste razonable.

Como ya he comentado antes, el acero inoxidable es:

- Es un material estético que se puede utilizar tanto en rehabilitación como en nueva ejecución.
- Su durabilidad se estima de las más largas.
- Su facilidad y su rapidez de puesta en ejecución
- Es resistente a la corrosión
- Tiene unas propiedades físicas, mecánicas y medioambientales sin parangón.
- Es combinable con los otros materiales de la construcción, sin problema, como la madera, cementos, vidrio, etc.

Por lo que los aceros inoxidables se pueden utilizar tanto en la cubierta tradicional como en la contemporánea y qué con sus aspectos de superficie se integra en un ambiente urbano, rural o moderno.

Que su utilización está dentro de las más extensas, gracias a sus calidades medioambientales:

- Es 100 % reciclable por lo que el material puede ser reutilizado tras una deconstrucción, si fuese necesaria.

Que comparado con otros materiales de cubierta, teniendo en cuenta su ciclo de vida, acaban siendo más caros, menos fiables, menos preservadores del medio ambiente, etc... cuando se los compara con el acero inoxidable.

4 BIBLIOGRAFIA

Documentación:

Ugine Bâtiment Inox (1996), L'acier inoxydable étamé en couverture. Document Ugine – Réf. N° 611 / Version n°1, Ed. 2002.

Euro Inox (2004), Guide technique de la couverture en acier inoxydable (Série Bâtiment, Vol. 5) Editeur Euroinox, 1ère édition.

Páginas web:

WWW.arcelormittal.co/stainlesseurope

www.idinox.com

www.cedinox.es

www.centroinox.com

www.bssa.org.uk

www.edelstahl-rostoffrei.de

www.euro-inox.org

www.worldstainless.org

www.apta.com.es

www.eurofer.org

www.worldsteel.org

www.nickelinstitute.org