

Medellín, julio 17 de 2019

Señores:

EQUIPAMIENTOS URBANOS NACIONALES DE COLOMBIA – EUCOL

Atentamente

Doctor DARIO FERRER MORENO

Gerente

Bogotá

ASUNTO: ANALISIS DE VIDA UTIL MOBILIARIO BOGOTA

Cordial saludo

Atendiendo su solicitud, se ejecutaron las actividades tendientes a la valoración de la vida útil del mobiliario urbano en acero inoxidable de la ciudad de Bogotá.

Para ello se ejecutaron las actividades descritas en la metodología establecida y descrita con anterioridad, es decir:

- 1. Toma de muestras**
- 2. Inspección visual**
- 3. Análisis del estado de la soldadura**
- 4. Análisis de corrosión**

1. Toma de muestras

La toma de muestras se realizó de acuerdo con sus indicaciones a 23 conjuntos de elementos (paradero y mupi) y algunas piezas nuevas (banca, paral, costillar y mupi) para comparación y control de las pruebas, las muestras se tomaron en diferentes puntos de la ciudad.

Las muestras se tomaron con personal de INOXIDEAS capacitado por funcionarios del laboratorio que realizó los análisis y ensayos, con acompañamiento de funcionarios del DADEP, EUCOL y la INTERVENTORIA DEL PROYECTO.

Se resalta que las piezas llegaron a los sitios de análisis en perfectas condiciones, sin signos de humedad, alteración, golpes o rayas generadas por manipulación o transporte.





En la sede de INOXIDEAS, se acondicionaron espacios para salvaguardar dichas muestras y la realización controlada de los ensayos.

Las piezas a las cuales se ejecutaron análisis y ensayos se muestran en la siguiente figura.



2. Inspección visual

Ejecutada en varias etapas, desde la extracción de la muestra por personal de INOXIDEAS, revisión por personal del laboratorio CIDEMAT y por ENDICONTROL, responsables por emitir dictamen en diferentes etapas del análisis.

3. Análisis del estado de soldadura

Ejecutado por la Empresa ENDICONTROL S.A. en las instalaciones de INOXIDEAS, bajo lineamientos y normas que garantizan la veracidad de los resultados.

4. Análisis de corrosión

Ejecutado en el laboratorio **CIDEMAT** de la Universidad de Antioquia, bajo estrictos parámetros de seguridad y confiabilidad.

Anexamos documentos de certificación del Laboratorio y de su personal.

De los numerales 2, 3 y 4 se adjuntan informes entregados por dichas Empresas con los resultados obtenidos.



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

ANTECEDENTES

Para la valoración de la vida Útil del mobiliario, tenemos en cuenta los siguientes aspectos:

1. Tipo, calidad y estado de los materiales.
2. Estado actual de la soldadura de los elementos

Establecimos como condiciones ideales de uso y mantenimiento, para alcanzar el tope de vida Útil, las siguientes:

- Baja exposición en ambientes corrosivos: humos, ácidos, lixiviados, entre otros.
- No ejercer sobre carga estructural
- Baja o nula accidentalidad
- Baja o nula exposición al vandalismo (golpes y rayas)
- Ausencia de presencia de fenómenos naturales catastróficos: viento, lluvia ácida, sismos, inundaciones, granizadas, cambios de temperatura.
- En el caso específico del Mobiliario de Bogotá, sin presencia de par galvánico.

CONCEPTOS PARA ENTENDER LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación ampliamos la descripción de algunos conceptos que son claves para el análisis y entendimiento de los informes que entregamos.

- **Que es el Acero Inoxidable:**

Una definición básica puede ser: “Es la aleación de hierro con un contenido de cromo superior al 10.5 % y de carbono inferior al 1.2 %, necesarios para asegurar una capa protectora superficial auto re generable (capa pasiva) que proporcione la resistencia a la corrosión.” (Euro Inox – European Stainless Steel development Association)

Propiedades principales del acero inoxidable:

- Resistencia a la corrosión
- Estética
- Resistencia al calor
- Bajo costo en el largo plazo – ciclo de vida
- Reciclable
- Biológicamente neutro
- Fácil limpieza
- Fácil mantenimiento correctivo
- Bajo peso

En 1913, el metalúrgico inglés Harry Brearley descubrió que aleando el acero con una buena cantidad de cromo, lograba un tono estético brillante y una excelente resistencia a la oxidación, brindando mayor durabilidad a los objetos creados con este material.



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

Luego se descubrieron aleaciones con otros metales como el aluminio, el manganeso, el níquel o molibdeno que logran un efecto antioxidante similar, pero con características mecánicas y termodinámicas diferentes.

Descubrieron también, que éste no presentaba oxidación bajo condiciones normales; la razón de ello es que el cromo suele unirse primeramente con el oxígeno del aire para formar una delgada película transparente de óxido de cromo sobre la superficie del acero y excluye la oxidación adicional del acero inoxidable. Esta película se llama capa pasiva. En el caso de que ocurra daño mecánico o químico, esta película es auto reparable en presencia de oxígeno.

- **Acero inoxidable austenítico:** Aleación hierro, cromo, níquel, carbono, a magnético en condiciones de suministro, siendo el más utilizado en el mundo.

Los aceros inoxidables austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integra las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su excelente formabilidad y superior resistencia a la corrosión. Sus características son las siguientes:

Excelente resistencia a la corrosión
Endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico
Excelente soldabilidad
Excelente factor de higiene y limpieza
Formado sencillo y de fácil transformación
Tienen la habilidad de ser funcionales en temperaturas extremas
Son no magnéticos

Los Austeníticos se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, tales como níquel, manganeso y nitrógeno. El contenido de cromo generalmente varía del 16 al 26% y su contenido de carbono es del rango de 0.03 al 0.08%. El cromo proporciona una resistencia a la oxidación en temperaturas aproximadas de 650° C en una variedad de ambientes.

Esta familia se divide en dos categorías:

SERIE 300 AISI.- Aleaciones cromo-níquel

SERIE 200 AISI.- Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno

Acero inoxidable AISI (Instituto Americano del Hierro y el Acero) 304:

304: Acero inoxidable Austenítico con la siguiente composición:

Carbono:	0.08 %
Manganeso:	2 %
Fosforo:	0.04 %
Azufre:	0.03 %
Silicio:	0.75 %
Cromo:	18 a 20 %
Níquel:	8 a 11 %



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

Usos del acero inoxidable AISI 304:

Electrodomésticos; ***finalidad estructural***; equipos para la industria química y naval; industria farmacéutica, industria de tejidos y papel; refinería de petróleo; permutadores de calor; válvulas y piezas de tuberías; industria frigorífica; instalaciones criogénicas; tanques de almacenamiento de cerveza; equipos para lácteos y harina de maíz; tuberías de vapor; almacenes de gaseosas.

- **Calibres de lámina de acero inoxidable**

Nota: El peso es calculado considerando una densidad del acero de 7.85 gr / cm³.

Calibre No.	Espesor (Pulgadas)	Espesor (Mm)	Peso (Lb/Pie ²)	Peso (Kg/M ²)
11	0.1196	3.04	4.8873	23.864
12	0.1046	2.66	4.2764	20.881
13	0.0897	2.28	3.6655	17.898
14	0.0747	1.9	3.0546	14.915
15	0.0673	1.71	2.7491	13.424
1/16"	0.0625	1.59	2.5562	12.482
16	0.0598	1.52	2.4437	11.932
17	0.0538	1.37	2.2025	10.755
18	0.0478	1.21	1.9453	9.499
19	0.0418	1.06	1.7041	8.321
20	0.0359	0.91	1.463	7.144
21	0.0329	0.84	1.3505	6.594
22	0.0299	0.76	1.2218	5.966
23	0.0269	0.68	1.0932	5.338
24	0.0239	0.61	0.9807	4.789

La relación: espesor, peso, resistencia, es inversa, a menor calibre tiene mejores propiedades y comportamientos.

- **Acero al carbón – Cold rolled**

El hierro y el carbono son constituyentes del acero. En general, los aceros con un mayor contenido de carbono son duros y frágiles, mientras que los que tienen un menor contenido son dúctiles y resistentes.

En pocas palabras, la composición de carbono en el acero no es constante y varía dependiendo del tipo y del grado que se quiere lograr. Por ejemplo, el contenido de carbono de 0.2 % a 1.2 % por peso es común en este metal.

¿Qué es el acero al carbon?

Recibe esta denominación debido a la alta cantidad de carbono en su composición.

La definición técnica, aunque compleja, se reduce a una simple restricción: los aceros al carbono verdaderos casi no tienen elementos de aleación.

Características del acero al carbono

La característica del acero al carbono incluye gran resistencia y dureza. Esta es la razón por la cual el acero al carbono con frecuencia se utiliza en diversas aplicaciones en construcción. Mientras más duro y resistente el material, es más adecuado para estos fines.



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

Sin embargo, el acero al carbono no está libre de defectos. Es muy inadecuado para aplicaciones que requieran un material con cierto grado de flexibilidad. Por su bajo contenido de Carbono prácticamente no templan; son dúctiles y relativamente blandos. Son aptos para procesos de deformación plástica, destinados a dar forma a productos. Por ejemplo, carrocerías de antiguos automóviles, perfiles para fabricar estanterías, acero de construcción civil, etc.

También estos aceros ya en servicio, son capaces de deformarse mucho absorbiendo energía, antes de romperse; por ello se emplean en construcción civil.

- **Comparación acero inoxidable con acero al carbón**

Sin duda, el acero inoxidable es muy diferente de cualquier otra forma de acero, incluyendo el acero al carbono que hemos discutido anteriormente. **Lo que hace único al acero inoxidable es su impecable resistencia a la corrosión**, o en otras palabras, la habilidad de no corroerse u oxidarse bajo circunstancias normales.

No existe una correlación entre la duración en el tiempo del acero inoxidable con respecto al acero al carbón, solo se puede asegurar que la oxidación se da mucho más rápido en el acero al carbón por su alto contenido de hierro y ausencia de cromo.

- **Oxidación:** Se evidencia la oxidación cuando se pierde la capa pasiva que protege al acero inoxidable y sus componentes entran en contacto y posterior combinación con el oxígeno, esta combinación se da con los componentes ferritos transformando la superficie del acero inoxidable en óxidos, se evidencia fácilmente por su cambio color de gris a tonalidades marrón.
- **Corrosión:** La ASTM define corrosión, como la reacción química o electro química entre un material y su medio ambiente que produce un deterioro del material y sus propiedades. Se da con mayor agresividad en ambientes húmedos (aplicable al acero inoxidable o acero al carbón).
- **ZAT:** La mayor parte de las técnicas de corte de lámina se basan en la fusión del material. La parte de acero modificada por el calor que se encuentra entre la zona fundida y el límite del metal de base se llama zona afectada térmicamente, o ZAT. La temperatura modifica la estructura y las propiedades del acero en la zona ZAT.
- **Par galvánico:** es un término que se utiliza para denominar un efecto que ocurre cuando se encuentran en contacto directo dos metales de diferente composición y un electrolito que generalmente es agua, esto genera un potencial, lo que quiere decir que habrá una cierta corriente que fluye entre ambos conductores provocando que el compuesto metálico con potencial más negativo (ánodo) cede electrones al metal con menos potencial negativo (cátodo) provocando una oxidación en el metal ánodo.
- **Corrosión galvánica:** Como resultado de la formación de elementos galvánicos, se puede producir la corrosión acelerada del material que sea menos noble, este último podría registrar un nivel de corrosión mucho mayor al esperado, se reduce entonces la vida útil del componente. Para el caso que nos aplica, el acero al carbón es menos noble que el acero inoxidable. (Euro Inox – European Stainless Steel development Association)

Para que exista corrosión galvánica se requiere:

- Dos metales con diferente potencial de corrosión
 - Unión física de los dos metales
 - Un electrolito (película de humedad)
-
- **Protección catódica – ánodo de sacrificio:** El principio básico de la protección con ánodos de sacrificio es el de una celda galvánica, donde el metal más noble se preserva mientras que el metal más negativo o activo se corroe. En un par galvánico existe un flujo de corriente a través del electrolito desde el ánodo hacia el cátodo, mientras que los electrones pasan del ánodo al cátodo por un conductor metálico. De esta forma el cátodo se beneficia del suministro de electrones, disminuyendo así su velocidad de corrosión. Es entonces cuando se dice que el cátodo está protegido catódicamente
 - **La corrosión por picadura** también es un fenómeno que dónde tiene lugar un proceso electroquímico. Los elementos que favorecen este fenómeno son casi siempre de tipo ambiental, como depósitos que impiden el reparto igualitario de oxígeno disuelto en el electrólito. Esto crea una diferencia de potencial entre los dos medios, lo que provoca disoluciones reducidas en área pero grandes en profundidad. Estos depósitos pueden ser suciedad, grasa o sedimentos sobre la superficie metálica, o los mismos productos resultantes de la corrosión.
 - **Concavidad externa o falta de relleno:** presenta una disminución de refuerzo externo, por poco depósito de material de aporte en el relleno del cordón.
 - **Concavidad interna:** Insuficiente refuerzo interno de la soldadura en su cordón de primera pasada el cual al enfriarse disminuye su espesor pasando a ser menor que el del material base.
 - **Filetes cóncavos:** cuando un filete cóncavo se contrae, en su superficie tiene lugar una tensión que lo tiende a agrietar, en tanto que si es convexa, se produce compresión.
 - **Poro:** Los poros pueden ser considerados como pequeñas burbujas de aire generadas por los gases característicos presentes en el proceso de soldadura SMAW
 - **Corrosión por rendijas,** puede ser considerada como una corrosión por picado artificial. El aspecto es frecuentemente semejante al de la corrosión por picado y el proceso de crecimiento es también auto catalítico. Pero, la existencia de una rendija es necesaria para la ocurrencia del fenómeno, lo que no sucede en la corrosión por picado. Los mismos medios capaces de provocar la corrosión por picado, promueven la corrosión por rendijas en los aceros inoxidables.
 - **Entalla:** Una entalla de soldadura es una abertura (corte) que permite a las soldaduras atravesar componentes del conjunto sin interrupción.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y ESTUDIOS REALIZADOS

Resultados generales, con respecto a la soldadura (Endicontrol s.a.)

Se encontraron indicaciones relevantes, los cuales deben ser intervenidos por reparación. Se deben realizar bajo procedimientos de soldadura específicos y con soldadores calificados.



En la mayor parte de los empalmes se encontraron Cordones cóncavos, se recomienda consultar al diseñador y calculista las especificaciones.



Se asume el código AWS D 1.6 para criterios de aceptación y rechazo

Resultados generales, con respecto a corrosión: (Cidemat)

1. Las partes más susceptibles a la corrosión por picadura por estancamiento de agua son las canaletas.



2. Se observan signos menores de corrosión en su mayoría en sitios no visibles para los usuarios (interior del paral, interior del mupi, pernos, arandelas, base del paral, interior de canaleta)



3. La mayoría de fenómenos de corrosión observados correspondía a picaduras del acero inoxidable y óxidos concentrados en las zonas de soldadura que no fueron debidamente limpiadas en el momento de la fabricación.



4. Los elementos de acero al carbón (perno, tuerca, arandela) presentan corrosión generalizada, ocasionada por efecto de par galvánico.



5. Las bases de los parales en su totalidad presentan corrosión generalizada, ocasionada por efecto de par galvánico.



6. Los tornillos de las bancas están en muy buenas condiciones ya que son de acero inoxidable.



7. La mayoría de los elementos no presentan signos de picadura en la parte externa o la manifiestan de manera aislada, salvo la muestra 17 (mupi – efecto rendija) y las muestras 36 y 37 (canaletas – estancamiento de agua).



8. Los parales en general presentan leves óxidos en la canaleta interna, en zonas cercanas a soldadura. Salvo las muestras 16 y 61 con grandes manchas de óxido cercano a zona de soldadura.



9. En varios mupis se observaron soldaduras irregulares en la parte inferior del bastidor, con signos de manchas por quemaduras y de cortes con equipos mecánicos, esto genera sitios de sensibilidad ante la corrosión y concentración de esfuerzos mecánicos.



10. Se evidencia que las piezas: mupi, paral, costillal, banca y canaletas son acero inoxidable AISI 304 o superior.
11. Se evidencia que las arandelas, tuercas, tornillo (para fijación de los parales y mupis) y base del paral son acero al carbón.
12. En la muestra 4, arandela de acero al carbón, se puede observar productos de corrosión agrietados aunque con poca profundidad, puede continuar con la corrosión, pero no presenta un grado de corrosión tan avanzado como se esperaría por el tiempo de instalación y por verse expuesto a par galvánico. De acuerdo con el informe, se cita textual **“Esto puede deberse a que el concreto en el que se encuentra empotrada la pieza es lo suficientemente impermeable para limitar el ingreso de agua por lo que la corrosión sucede en forma lenta”**.



13. En la muestra 17 (Mupi) se evidencia que se trata de acero inoxidable austenítico, la corrosión en el material se debe a fenómenos externos.
14. En la muestra 23 (base de mupi), se evidencia que es acero austenítico también, la base no genera par galvánico con el mupi, pero sí existe entre la base y los tornillos de anclaje.



15. Para la muestra 33 (base de paral) se evidencia que se trata de acero al carbón, que presenta par galvánico, pero la capa de corrosión es delgada, lo que evidencia corrosión lenta.



16. Para la muestra 36 (canaleta), se evidencia que es acero inoxidable 304, en la superficie se nota que las picaduras no han penetrado, lo que es un buen indicio dada su exposición por el estancamiento de agua.



17. Para la muestra 65 (canaleta nueva) se evidencia de acuerdo con su composición que es un acero tipo L, si todas las piezas nuevas tienen esta misma composición se comportarán mejor a la presencia de corrosión

18. En la muestra 17 adicionalmente, se analizan las picaduras y se observan poco profundas, se cita textualmente **“Se observa que no hay mucha penetración en el metal, lo cual es algo positivo ya que no compromete la pieza a nivel estructural”**.
19. En los ensayos no destructivos, se cita textualmente **“se evidencio el excelente estado de las soldaduras de los costillales, pues no se evidenciaron grietas o indicaciones”**.



20. Por otro lado, los bastidores de los mupis, las sillas y los parales presentaban varias indicaciones en sus soldaduras, abarcando grietas superficiales de varios milímetros, hasta defectos de soldadura como: cordón cóncavo, porosidades aisladas, cordones irregulares, poros alineados y socavados internos.



21. Para términos de aprobación de la soldadura se debe constatar con el diseñador o fabricante las especificaciones técnicas de los empalmes para dar un concepto de aceptación y rechazo.

Conclusiones por parte del laboratorio CIDEMAT

1. La mayoría de elementos de acero inoxidable presentan leves indicios de corrosión.
2. Los signos de corrosión se evidenciaban por malas prácticas de soldadura y limpieza.
3. La mayoría de evidencias de corrosión están en zonas ocultas a los usuarios, pueden comprometer la estabilidad mecánica, se cita textualmente **“Se recomienda intervenir con la correcta limpieza de las soldaduras y su pasivación”**.

4. Se evidenciaron casos de corrosión por par galvánico en bases de los parales y tornillos de anclaje. Si bien el proceso ha sido lento por la impermeabilidad del concreto, se recomienda uso de sistemas de ensamble con recubrimientos protectores (tropicalizados o galvanizados) o en acero inoxidable.
5. Para las bases de los parales se recomienda usar recubrimientos poliméricos que le den resistencia a la penetración de la humedad y sean estables en el tiempo, para futuros diseños recomiendan base del mismo material del paral.
6. Las canaletas están expuestas a ambientes más agresivos por estancamiento de agua, se evidencia alta evidencia de picaduras poco profundas, no comprometen la estructura. Se recomienda mantenerlos limpios para facilitar la circulación de agua y no se presenten estancamientos. Se recomienda que esta pieza se fabrique con acero inoxidable tipo L.
7. Los resultados obtenidos no tienen una relación directa con la ubicación, se presenta una excelente resistencia al ambiente capitalino.
8. El mayor riesgo estructural de las partes evaluadas se presentaba por soldaduras deficientes, con malos procesos de limpieza o por golpes y fricciones mecánicas.

CONCLUSIONES DE INOXIDEAS

Para la valoración de la vida Útil del mobiliario, tenemos en cuenta los siguientes aspectos:

Tipo, calidad y estado de los materiales:

Es evidente desde todo punto de vista, la calidad del material utilizado para la fabricación del mobiliario, en la casi totalidad de las partes se encuentra en muy buenas condiciones de uso, excepto en puntos específicos donde se evidencia corrosión y esta se presenta de manera superficial de fácil corrección. Se comprueba que las partes de acero inoxidable están fabricadas con acero inoxidable 304.

Como debía esperarse, los componentes fabricados en acero al carbón, como las arandelas, tuercas, tornillos de anclaje y la base del paral, muestran corrosión generalizada, lo que es particular es que todavía es superficial y el proceso es lento, de tal manera que no se compromete su estructura. Se anota además, que el calibre de la base del paral garantiza su durabilidad por mucho tiempo, tal vez indeterminado por el concreto que garantiza impermeabilidad.

Se evidencia también que en el conjunto arandela, tuerca y tornillo, puede seguir avanzando pero lo hace de manera muy lenta, y aun si comprometiera su estructura, la base del paral y el paral se sostendría firmes por tiempo indefinido, ya que el concreto de la cimentación garantiza estabilidad.

Se presenta un fenómeno especial, que tal vez no haya sido previsto por los diseñadores porque no se menciona en la literatura del proceso o en la cartilla, se trata de la protección catódica por ánodo de sacrificio entre el paral y la base, se presenta par galvánico pero la corrosión se presenta en el material menos noble (ánodo de sacrificio), que en este caso es la base del paral (acero al carbón). Garantizando que el material más noble (acero inoxidable) se mantenga en buen estado.

Como lo menciona el CEDIMET en sus conclusiones, el concreto hace que la presencia de humedad sea mínima o nula, lo que permite que la corrosión galvánica no sea agresiva, esto se da porque no existe un electrólito que genere el potencial y por consiguiente no existe intercambio de electrones.

Estado actual de la soldadura de los elementos

Con respecto a la soldadura, el informe es concluyente, se tienen evidencias de soldadura mal aplicada y malas prácticas de limpieza y pasivado.

De acuerdo con el informe también, se evidencian que:

Bancas o sillas: Presentan grietas y/o picaduras, se puede asumir que el problema es generalizado y debería hacerse una revisión de todas ellas. Se evidencia además que las grietas no son significativamente grandes en longitud, pero es una posible falla estructural a futuro.

Costillales: se evidencia una buena calidad en la soldadura, solo se presenta de manera significativa soldadura cóncava, con respecto a este tema, se asume por parte de **INOXIDEAS** que durante la recepción del mobiliario, los interventores tenían suficiente información para la recepción a satisfacción del mobiliario con este tipo de concavidad. Adicionalmente no se evidencian problemas asociados a este tipo de soldadura.

Parales: La gran mayoría de parales presentan una muy buena soldadura, llama la atención la presencia de algunos poros, entallas, fisuras, socavado y falta de fusión, pero no se presentan de manera recurrente, solo en puntos aislados, **INOXIDEAS** considera que existe una soldadura posterior a la fabricación, y que esta soldadura no se está ejecutando de manera controlada y tiene malas prácticas. Esto es muy visible en las muestras 16, 24, 43, 45, 49 y 51.

Mupis: esta es la parte del mobiliario que más preocupa por el estado de la soldadura, la gran mayoría de las piezas presenta problemas como grietas en gran cantidad y una soldadura reventada, llama la atención que este tipo de fallas se localizan en la base del bastidor, **INOXIDEAS** considera que existe una soldadura posterior a la fabricación, y que esta soldadura no se está ejecutando de manera controlada y tiene malas prácticas. Esto es muy visible en la totalidad de las muestras y se puede ver con claridad en las fotografías 5,6 y 7 (grietas encontradas en mupis) del informe de soldadura.

En los mismos sitios de soldadura mal aplicada, se puede notar trabajos de corte, pulido y golpes ejecutadas de manera inadecuada que pueden comprometer la estructura del elemento a futuro.

Establecimos como condiciones ideales de uso y mantenimiento, para alcanzar el tope de vida Útil, las siguientes:

- **Baja exposición en ambientes corrosivos: humos, ácidos, lixiviados, entro otros.**

El informe demuestra lo contrario con respecto a esta hipótesis, a pesar de la alta exposición al medio ambiente capitalino, el mobiliario se comporta bastante bien sin importar la zona donde está instalado.



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

- **No ejercer sobre carga estructural, Baja o nula accidentalidad, ausencia de presencia de fenómenos naturales catastróficos: viento, lluvia acida, sismos, inundaciones, granizadas, cambios de temperatura:**

El mobiliario en general, no muestra signos de fallas estructurales, fatiga, golpes, vandalismo, ni ningún otro signo de falla o sobre carga estructural, cabe anotar que el análisis ejecutado no tiene un alcance en este sentido. Se asume un muy buen mantenimiento correctivo en caso de falla.

- **Baja o nula exposición al vandalismo (golpes y rayas)**

El análisis visual realizado, no evidencia ningún elemento con golpes o rayas que pongan en riesgo la integridad de los elementos, de hecho se evidencia un muy buen estado de todos los elementos en general, se asume por INOXIDEAS que se realiza un buen mantenimiento correctivo en caso de golpes.

- **En el caso específico del Mobiliario de Bogotá, sin presencia de par galvánico.**

En el informe se evidencia concluyentemente:

Todos los parales, en sus bases, tornillos, arandelas y tuercas, generan par galvánico, estos últimos elementos presentan corrosión generalizada, pero el efecto no es el esperado, al darse una corrosión muy lenta y superficial no está comprometiendo la estructura de los elementos, la ausencia de humedad permite este fenómeno.

Mupis: el par galvánico se genera entre la base del mupi, los tornillos, tuercas y arandelas, presentando el mismo fenómeno que en los parales de los paraderos.

CONCLUSION GENERAL

Se concluye que, en general, el mobiliario está en un muy buen estado, sus componentes, soldadura y la forma en que han soportado el paso del tiempo, los fenómenos de la naturaleza, el medio ambiente, y un gran etcétera, son dignas de una excelente calificación.



CALCULO DE VIDA UTIL O VIDA RESIDUAL

Para calcular la vida útil restante del mobiliario partimos de dos premisas:

Cuál es el tiempo estimado de duración de este tipo de productos ¿?

Basamos la respuesta en algunas averiguaciones realizadas a través de nuestro proveedor de lámina y cuadro expuesto en documentación anterior:

La información que se expone a continuación se extrae de estudio realizado por la Universidad de Yale.

Vida promedio del acero inoxidable en los distintos sectores de aplicación.

Sectores principales de aplicación	Uso de acero inoxidable acabado en la manufactura	Vida promedio (en años)	Para relleno sanitario	Recolectado para reciclar	
				Total	Como acero inoxidable
Construcción	16%	50	8%	92%	95%
Transporte	21%	14	13%	87%	85%
Maquinaria industrial	31%	25	8%	92%	95%
Aparatos domésticos	6%	15	18%	82%	95%
Electrónicos	6%	-	40%	60%	95%
Artículos de metal	20%	15	40%	60%	80%
Total	100%	22	18%	82%	90%

Se extrae de este cuadro que un promedio de vida útil es de 22 años, para aplicaciones en la construcción es de 50 años pero no especifica qué tipo de aplicaciones, sería irresponsable asumir este dato sin mayor información al respecto.

Otras respuestas con respecto a la vida útil por parte de WESCO S.A., importador de acero inoxidable y proveedor de INOXIDEAS SAS:

Froch:

“Para aplicaciones decorativas, la vida útil del acero puede ser más de 20 años bajo condiciones normales de ambiente. Dependiendo estas condiciones, la vida útil puede presentar diferencias.

El 304 es el material más común. Es difícil especificar la vida útil de cada tipo de acero, porque el lugar en el que usen o su aplicación puede cambiarla. Normalmente esta es más duradera en interiores que exteriores pero en interiores con lugares húmedos puede causar moho incluso más rápido que en los exteriores.”



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

Stanch

“La vida útil para el acero 304, 316L y 430 depende del grado y terminado. Usualmente los usados para el acabado en espejo duran más, y luego el BA o 2B, luego los de menos duración son T4 o HL.

Es difícil especificar cuánto tiempo durará por que bajo diferentes condiciones tendrá diferente resultado.”

Yuan Long

“Cuando se usa el acero en exteriores, 304 y 316L pueden resistir más de 20 años y no tendrán problemas de oxidación en la apariencia en un ambiente no contaminado. Si lo colocan en ambientes contaminados, probablemente tendrá problemas de oxidación entre 2-3 años. No recomendamos el acero 430 para aplicaciones en exteriores. Si hay ambiente salado, se recomienda el 316L.

Usar el 304, 316L y 430 en ambientes limpios (sin detergentes u otros químicos detergentes), el 430 tendrá resistencia al óxido equivalente a 304. 316L puede ser mejor. Estos tres materiales pueden durar hasta 20 años sin ningún problema de oxidación. De todas formas, si se adaptan a ambientes contaminados, el tiempo de duración podría ser menor”

Con estas respuestas podemos garantizar que la vida útil del acero AISI 304 acabado satinado 2 B, será superior a los 20 años sin presentar signos de corrosión cuando se está bajo condiciones controladas y/o cuando se tiene mantenimiento preventivo y correctivo debidamente ejecutado, como es el caso que nos ocupa.

Dar tiempo exacto de vida útil también puede ser irresponsable, pero podemos dar intervalos de porcentajes de vida útil o residual con los cuales podemos asegurar que nos acercamos a la realidad.

Estado del elemento	Vida util o residual (%)	Vida util o residual (años)
Elementos absolutamente corroidos, con daño estructural y/o con defectos graves irreparables de soldadura:	Cero % de vida residual.	0 años
Elementos con corrosión que afecta la estructura y/o con muchos defectos graves de soldadura que se pueden reparar:	Desde 25.0 a 0.1 % de vida residual	Entre 1 día y 5 años de vida util
Elementos con corrosión generalizada que afecta la estética y/o muchos defectos leves de soldadura que se pueden reparar:	Desde 50 % a 25.1 % de vida residual	Desde 10 años hasta 5 años y un día de vida util
Elementos con corrosión generalizada sin afectaciones y/o con varios defectos leves de soldadura que se pueden reparar:	75 % a 50.1 % de vida residual	Desde 15 años hasta 10 años y un día de vida util
Elementos con corrosión puntual sin afectación estructura y/o con muy pocos defectos de soldadura que se pueden reparar:	90 % a 75.1 % de vida residual	Desde 18 años hasta 15 años y un día de vida util
Elementos sin corrosión y sin defectos de soldadura:	100 a 90.1 % de vida residual	Desde 18 años y un día hasta mas de 20 años
Elementos nuevos:	100 % de vida residual	Mas de 20 años de vida util

NOTA: Estos intervalos se determinan basados en experiencia del grupo interdisciplinario de **CNC INOXI IDEAS SAS**, cuyos empleados han trabajado en proyectos asociados al acero inoxidable y al mobiliario urbano por más de 18 años.



www.inoxideas.com
CNC INOXI IDEAS S.A.S
Nit 900.552.218.1
Medellín – Colombia

VIDA UTIL

De acuerdo con la tabla anterior, la vida útil residual del mobiliario urbano esta entre los 10 y 15 años, con un promedio cercano a los 14 años. (Ver cuadro adjunto con resumen por elemento)

RECOMENDACIONES

La vida útil residual se basa en los defectos de soldadura y el estado del material al día de hoy.

Los defectos de soldadura identificados, se pueden reparar con una alta probabilidad de restablecer en buena medida los cordones, para ellos se deben realizar las reparaciones siguiendo la normatividad vigente, con personal calificado y en la medida de lo posible en ambientes controlados, lo que se puede lograr aun en espacio público.

Los defectos en la soldadura se deben reparar en escala de importancia por elemento así:

1. La base inferior del bastidor en los mupis.
2. Parales
3. bancas

Los elementos que presentan corrosión requieren varios análisis:

Bases de los parales, tuercas, pernos y arandelas de los mupis y paraderos: estos elementos están corroídos de manera generalizada, la corrosión es lenta haciendo indeterminado el tiempo de vida útil por el concreto que le sirve de sostén e impermeabilidad, su reparación se hace costosa por la necesidad de intervenir el espacio público. En caso de poder intervenir se deberían seguir las recomendaciones de CEDIMET: cambiar pernos por unos tropicalizados o galvanizados, la base debería tener un tratamiento de recubrimiento polimérico e idealmente fuera cambiada por acero inoxidable.

Los mupis, parales, bancas o sillas y canaletas presentan corrosión en menor medida, esta corrosión puede tratarse de manera eficaz con medios mecánicos, haciendo una pasivación posterior pueden lograrse niveles aceptables en el estado del material

Las canaletas requieren un tratamiento especial, deberían adoptarse metodologías de mantenimiento y limpieza más estrictos para evitar que el agua siga generando picaduras en la lámina

En grado de importancia se deben tratar:

Los mupis
Las canaletas
Los parales
Las Bancas

Realizando estas correcciones se podría ampliar la vida útil del mobiliario analizado

Cordialmente,



JORGE WEIMAN DURANGO RODRIGUEZ

Representante Legal
CNC INOXI IDEAS SAS



EDISON ARDILA

Director de proyectos
CNC INOXI IDEAS SAS