

# 12



## Estándar Selección e Inspección de Maestranzas

GERENCIA DE PROYECTOS



Rev. 0

Septiembre - 2015

# ÍNDICE

1.-	OBJETIVOS Y ALCANCES.....	3
2.-	ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	4
3.-	SELECCIÓN DE LA MAESTRANZA.....	7
4.-	INSPECCIONES.....	13
5.-	NORMAS.....	17
6.-	CONCLUSIONES.....	19

# 1

## OBJETIVOS Y ALCANCES

### OBJETIVOS

Proveer a la Gerencia de Proyectos de la División El Teniente (GPRO) de un instructivo que entregue un conjunto de buenas prácticas, apegadas a normas que garanticen la calidad en los procesos, en la Selección e Inspección de Maestranzas.

### ALCANCE

El presente instructivo aplica a todos los proyectos que se incluyan en la Cartera de Proyectos vigente de la GPRO, especialmente en la etapa inversional.

Se presentan en este documento, los elementos a considerar en la selección de la mastranza correcta para cada tipo de necesidad, junto a los elementos a considerar en el proceso de inspección de avance de los trabajos y su recepción final, para asegurar que sus entregables afecten positivamente en la seguridad, alcance, costo y el plazo del proyecto.

Este instructivo establece mínimos estándares exigibles a las maestranzas que presten servicio a los proyectos.

Dentro del alcance se destaca el informar a los distintos stakeholders, a través de reportes simples y concretos sobre el estado de los entregables producto de las inspecciones.

# 2

## ROLES Y RESPONSABILIDADES

### EQUIPO CLAVE

El Equipo Clave es el núcleo fundamental de la organización del Proyecto, responsable del gerenciamiento y conducción de éste, en términos de seguridad, alcance, costo, plazo y calidad.

Dentro de sus alcances y responsabilidades se encuentra la gestión de los proveedores de bienes y servicios.

El Equipo Clave del Proyecto está integrado por:

- Director del Proyecto
- Jefe de Ingeniería
- Jefe de Construcción
- Jefe de Abastecimiento
- Ingenieros Especialistas

### ROLES Y RESPONSABILIDADES

Cada integrante del Equipo Clave debe ser parte en la correcta selección y control del desempeño de una mastranza, pues su cúmulo de experiencias enriquece la toma de decisiones y disminuye el riesgo durante el desarrollo del servicio.

4#

#### Director de Proyectos

- Regula el proceso de autorización de licitación asegurando los requisitos establecidos para el servicio de metalmecánica.
- Comparte con el Equipo Clave la información estratégica que puede influir en la correcta selección de una mastranza.
- Da las facilidades y recursos para un correcto seguimiento e inspección de los trabajos en las maestranzas

#### Jefe de Ingeniería

- Forma el equipo para revisar entregables de servicios de ingeniería, que se desarrollen por mastranza.
- Determina e informa las cubicaciones y especificaciones de ingeniería para el alcance del proyecto.
- Está al día en las tecnologías y materiales a utilizar en el proyecto.

- Durante el desarrollo de la ingeniería, informa al Equipo Clave de los avances, que permiten ir clarificando las especificaciones requeridas por las maestranzas.

### **Jefe de Construcción**

- Durante la formulación del Proyecto:
  - Revisa la constructibilidad y determina cómo ésta afecta al producto a solicitar a la maestraza.
  - Revisa el programa maestro del proyecto, validando los tiempos de fabricación y la secuencia de entrega de productos, a ser solicitados a la maestraza.
  - Valida los diseños en terreno, especialmente en proyectos *brownfield*, para evitar posteriores modificaciones de los productos fabricados por la maestraza.
- Durante la ejecución de un Proyecto:
  - Incorpora en el contrato de fabricación a licitar, los elementos que garanticen la calidad de los productos, dentro de los tiempos y costos presupuestados.
  - Domina el programa de construcción del proyecto, para validar el programa de fabricación y entrega de la maestraza, en función del programa de construcción, solicitando a tiempo las modificaciones requeridas.
  - Domina la logística asociada a las entregas de la maestraza.
  - Monitorea a través de un plan de inspecciones, el avance y calidad de los trabajos contratados a la maestraza.
  - Informa oportunamente al Equipo Clave, sobre el avance del plan de fabricación de la maestraza.

5#

### **Jefe Abastecimiento**

- Realizar el plan de adquisiciones, generando oportunamente los procesos de licitación de los servicios de maestranzas
- Estar atento a las modificaciones o requerimientos adicionales que solicite el proyecto.
- Informar al Equipo Clave cualquier elemento que pidiera tener impacto en el desarrollo del servicio de la maestraza.

## Ingenieros Especialistas

- Como parte del Equipo Clave, es muy importante su participación desde la génesis del negocio, con la visión desde su especialidad y su experiencia, para la correcta selección y seguimiento del trabajo realizado por la maestrana.
- Revisa cómo afecta el producto a ser entregado por la maestrana, a las materias de su especialidad dentro del proyecto.
- Informa al Equipo Clave, sobre cualquier elemento de su especialidad que pudiera tener impacto en el producto requerido o en el desarrollo del servicio de la maestrana.

## CÓMO SELECCIONAR LA MAESTRANZA

Por lo general, las maestranzas están especializadas en cierto tipo de trabajos y son óptimas para cierto volumen. Por lo anterior, se debe tener claro antes de seleccionar la maestranza el tipo de trabajo y volumen requerido por el proyecto.

Antes de hacer la invitación a una licitación, es imprescindible tener claro los puntos que se definen a continuación, idealmente a través de una visita física a las maestranzas.



### Especialidad

La especialidad es el primer punto a revisar antes de seleccionar una maestranza. Su criticidad está dado por cuan complejo es el producto requerido, pues esto reducirá ampliamente el riesgo en cuanto a la calidad del producto y en el tiempo requerido para fabricarlo.

Entre las distintas especialidades podemos destacar:

- Estructuras pesadas y/o livianas
- Calderería
- Estanques abiertos
- Estanques de presión
- Aceros Inoxidables
- Piezas maquinadas

Algunas maestranzas hacen montajes, mientras otras subcontratan, pudiendo ser este un elemento diferenciador importante para algún proyecto.

También hay maestranzas que prearman la estructura, pudiendo ser éste un elemento que permita ahorrar recursos y disminuir riesgos en terreno.





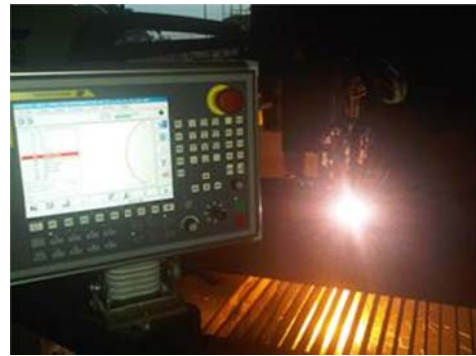
## Infraestructura disponible



Otro elemento muy importante que define la capacidad de la maestranza es su infraestructura, pues determina el volumen de trabajo a que es capaz de realizar y la calidad a la que puede llegar.

Entre los elementos que se deben considerar en la revisión de infraestructura de una maestranza están:

- **Galpones:** m2 techados y totales, con la geometría de los mismos, para asegurar que podrá manejar los trabajos a encomendar.
- **Grúas y Puentes Grúa:** Determinarán las capacidades de movimiento de materiales.
- **Maquinarias y equipos específicos:** Determinan qué servicios puede dar la maestranza y cuáles deberá subcontratar si no los tiene.
  - **Mesa de corte:** Oxicorte, plasma, laser, agua. Determinan su capacidad de corte de piezas especiales en distinto tipo de materiales.
  - **Guillotinas:** Su capacidad se define por el espesor que puede cortar a un largo determinado.
  - **Plegadoras:** Su capacidad se mide en toneladas de fuerza que es capaz de aplicar
  - **Cilindradoras :** Su capacidad se define por el largo y espesor que puede curvar.
  - **Sistemas de Maquinado:** Para trabajos especiales y de precisión.
  - **Sistema de granallado:** Para la limpieza de las piezas previo a la pintura, garantizando buena adherencia y duración.
  - **Sistema de pintado:** Para garantizar que las piezas salgan con la protección especificada.
  - **Tratamiento térmico:** En el caso de tener elementos que requieran una liberación de tensiones, o endurecimiento de los elementos a fabricar.





- **Espacios y facilidades para la materia prima:** Un elemento importante a revisar es la forma en que se almacenan y manipulan las materias primas, pues ello condiciona la calidad del producto final. Un mal manejo de la materia prima puede llevar a problemas graves en la fabricación y proyección del producto como doblado de planchas, golpes, corrosión, mala adherencia de pintura.
- **Espacios y facilidades para almacenaje de productos terminados:** Muchas veces el proyecto no tiene donde guardar temporalmente los productos. Es un valor agregado para una maestranza el poder mantener los elementos del proyecto, para ir haciendo una entrega programada en la obra.

Otro elemento a considerar como relevante, son las condiciones de la infraestructura respecto de estándares de seguridad y salud ocupacional

## Departamento de Ingeniería

Otro elemento diferenciador, es que la maestranza cuente con un departamento de ingeniería, y hasta que nivel lleguen, pudiendo ser de gran ayuda ante problemas que se encuentren durante el desarrollo del proyecto.

Entre sus alcances podemos notar:

- Básicos: Revisión y desarrollo de planos
- Avanzados: Desarrollo de solución específicas

## Control de Procesos

La definición y control de los procesos en una maestranza condicionan la calidad y la consistencia de los productos que esta puede fabricar.

Al revisar los procesos de una maestranza se debe poner especial atención a:

- **Listado de procesos declarados por la maestranza:** Los cuales deben estar alineados a su especialidad



)#

- **Maquinaria e infraestructura asociada a esos procesos:**  
Dan cuenta de las capacidades y volúmenes de trabajo a manejar
- **Procedimientos asociados a los procesos:**
  - Dejan claro si se dominan los procesos
  - Identifican los elementos a revisar en los planes de calidad de los procesos
  - Permiten asegurar un producto homogéneo si se los sigue.
  - Permiten detectar si se incluyen los elementos de seguridad requeridos.
- **Procesos típicos en las maestranzas son:**
  - Corte
  - Conformado (plegado, cilindrado, etc.)
  - Perforado
  - Mecanizado
  - Preparación de piezas para soldadura
  - Soldadura
  - Limpieza
  - Pintura
  - Marcado de piezas

10#

## CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Es importante reunirse con el personal de la mastranza que ve el tema de calidad para tener claro:

- **Tiene un sistema de calidad formal:** Es un elemento muy importante a validar, tanto en los procesos como en el personal responsable de los mismos. El sistema de aseguramiento de calidad nos reduce el riesgo en cuanto al producto a recibir
- **Seguimiento de los procesos de calidad:** Es necesario revisar cómo está implementando el Plan de Calidad, para medir su eficacia. Esto se puede medir a través de su Sistema de Gestión de Calidad, donde se debe revisar la implementación de estadísticas de medición de calidad.
- **Trazabilidad de la materia prima:**
  - Origen de los materiales

- Certificados de calidad de los materiales y el cumplimiento de la norma según la cual fueron fabricados y que ésta corresponda a lo contratado.
- Forma en la que garantiza que los materiales usados correspondan a los certificados entregados.
- Se debe relacionar las órdenes de servicio con la certificación y trazabilidad de materias primas.
- **Procedimiento de manejo de proveedores:** Debe existir un procedimiento de proveedores, que asegure la gestión de insumos y servicios, inspecciones por terceras partes y que sea consistente con la trazabilidad del producto.
- **Dominio de las normas de materiales y fabricación:** La maestranza debe dominar las normas especificadas en el contrato (ISO, ASTM, ASME, DIN, etc.). Esto se comprueba con la bibliografía que tenga la maestranza y con preguntas a su personal clave. La aplicación de las normas debe estar reflejado en sus planes de calidad.
- **Almacenamiento y manejo de Materia Prima:** Este punto es importante para garantizar la calidad del producto final y prevenir contaminación del mismo.
- **Su sistema de control del cambio:** Este garantiza que siempre estén trabajando con la última versión de la especificación del producto a fabricar.

11#

## RECURSOS HUMANOS

Todas las empresas las hacen la cultura de las personas que trabajan en ellas, por esta razón es muy importante tomar este elemento al momento de seleccionar una maestranza.

Idealmente se debe contactar a estas personas en la visita antes de la selección:

- **Gerente General:** Refleja mucho el espíritu general de la empresa. Es bueno conocerlo para tener contacto directo con la máxima autoridad en caso de requerirlo ante un problema.
- **Jefe de Planta:** Es un contacto de alto nivel para mantener el control del avance de la obra y aclarar temas técnicos de fabricación.

- **Jefe/Encargado de Ingeniería:** Es el contacto para mantener al día los planos de fabricación y dar soluciones a cambios requeridos.
- **Jefe/Encargado de Calidad:** Es la persona que asegurará que el producto es fabricado de acuerdo a las especificaciones.
- **Jefe/Encargado de Seguridad:** Es la persona que vela por el primer valor de Codelco, nos muestra las buenas prácticas de la maestranza.
- **Operadores Calificados:** Son las personas que finalmente ejecutan el trabajo. Deben dominar sus tareas encomendadas al nivel de calidad especificado. Un ejemplo de esto son los soldadores calificados.

# 4

## INSPECCIONES

### CÓMO REALIZAR LAS INSPECCIONES

Las inspecciones técnicas son la herramienta de monitoreo y control, que debe aplicarse disciplinadamente durante todo el desarrollo de trabajo en la maestranza, para asegurar la calidad de los productos, dentro del cronograma definido y a los costos establecidos.

A continuación se presentan un conjunto de buenas prácticas a aplicar durante las visitas de Inspección a maestranzas.

### PLANIFICACIÓN

Todas las Inspecciones deben ser planificadas. Si no tiene un plan, no haga la Inspección.

El Plan incluye:

- **Revisar el Acta de la revisión anterior**
  - Fija la agenda base de puntos pendientes
  
- **Definir el alcance de la visita:**
  - Qué se va a revisar
  - Cómo se medirá la calidad del producto
  - Cómo se validará el avance del trabajo
  
- **Contar con Protocolo de recepción de productos**
  - Siempre se deben revisar los insumos y productos contra sus normas (tener normas)
  - Se debe contar con la nomenclatura de mercado de piezas para las validaciones.
  
- **Otras Consideraciones:**
  - Llevar los EPP requeridos por la maestranza
  - Respetar las reglas de visita de la maestranza

## TRABAJO EN TERRENO

Para que una Inspección sea eficaz y eficiente, en terreno se debe:

- **Verificar la ejecución de los Procesos, recorriendo la mastranza.**
  - Es donde se pueden detectar desviaciones a lo prometido
  - Es donde más se aprende para futuros trabajos.
  
- **Verificar el Programa de Trabajo**
  - Productos que deberían estar terminados
  - Etapa en que están los productos en proceso
  
- **Verificar aspectos logísticos (desarrollado más abajo)**
  - Condiciones de almacenamiento y layout para inspecciones
  - Cumplimiento del Plan de Despachos
  
- **Reunión de cierre de la visita**
  - Dejar claros los puntos observados y los responsables de los compromisos.
  
- **Generar acta con las novedades encontradas**
  - Se debe generar un acta formal con lo visto en la reunión de cierre, idealmente durante la misma reunión.
  - Servirá como punto de inicio de la Inspección siguiente.

14#

## REVISIÓN DE ASPECTOS LOGÍSTICOS

Un elemento comúnmente olvidado o no tratado con suficiente profundidad es el tema logístico del trabajo con maestranzas.

### EN LA MAESTRANZA:

- **Instalaciones y facilidades**, en este punto se incluye:

- Espacios para manejo de materias primas que pueda proveer el proyecto, tanto cubiertos como descubiertos.
  - Elementos para movimiento de materiales, como grúas, puentes grúa, grúas horquilla. Cada uno de ellos tiene su aplicación específica y debe tener la capacidad requerida por el proyecto.
  - Espacios para almacenamiento de productos terminados, con una superficie acorde a lo requerido por el proyecto.
  - Layout general de la mastranza
- **Marcado de elementos y piezas:**
    - Es un elemento fundamental para la trazabilidad en el movimiento de materiales, pues reduce el riesgo de confundir piezas similares.
    - Sin este elemento el proyecto puede perder mucho tiempo tratando de encontrar la pieza correcta o reprocesando un trabajo, al tener que cambiar una pieza equivocada.
    - Debe quedar claro desde el comienzo cuál es la nomenclatura de marcado de piezas.
- **Procesos para el despacho de los productos:** Un sistema de marcado no es efectivo si la mastranza no cuenta con un proceso claro y confiable de despacho de productos, Buenas practica en esta materia son:
    - Manejo de programa de despachos.
    - Preparación de carga (**picking**) antes del despacho. Esto mejora la correcta selección de productos a ser despachados.
- **Inspección de piezas antes del despacho:**
    - Asegurarse que el plan de despachos de la mastranza esté conforme a lo solicitado.
    - Verificación final del estado de las piezas previo al despacho, el devolver piezas detectadas defectuosas es costoso para el proyecto, en tiempo y dinero



### EN INSTALACIONES DEL PROYECTO:

- **Verificar contar con los elementos para una correcta recepción de los materiales:**
  - Asegurarse de contar con los espacios para recibir los productos. Esto incluye tener predeterminado un layout de dónde debe quedar cada producto, para su cuidado y facilidad de ubicación. No se puede cometer errores de selección de elementos en la obra, pues puede provocar la necesidad de fabricar nuevamente piezas o modificar piezas para arreglar este error, con los costos que esto implica.
  - Asegurarse de contar con los elementos para mover correctamente los productos, como por ejemplo grúas. Sin esto, se puede dañar los materiales al subir o bajar a los camiones, con los costos que esto puede acarrear.

### OTRAS CONSIDERACIONES

- Al término de la Inspección se deberá informar a los distintos *stakeholders* sobre el estado de los entregables, a través de reportes simples y concretos.

## NORMAS Y ESTÁNDARES

Existe un gran conjunto de normas que de finen tanto la **materia primara** que utilizan, como los **procesos** que realizan las maestranzas.

Es importante verificar que la maestranza domine y aplique las normas correspondientes al trabajo encomendado.

## MATERIAS PRIMAS

Es necesario especificar correctamente las materias primas al momento de solicitar un trabajo. Posteriormente, debe ser verificada su calidad durante el proceso de fabricación.

Entre las principales normas internacionales tenemos:

- **ASTM (American Society for Testing and Materials) :** Norma Americana que cubre muchos productos, pero es mayormente conocida por sus normas respecto al acero y productos terminados de acero:
  - **ASTM A36 :** Acero estructural general
  - **ASTM A572:** Acero estructural de alta resistencia y baja aleación.
  - **ASTM A588:** Acero estructural de alta resistencia y baja aleación, resistente a la corrosión ambiental
  - **ASTM A653 :** Acero Galvanizado
  - **ASTM A500 :** Tubería estructural
  - **ASTM A53 :** Tubería de presión
- **ANSI (American National Standards Institute):** En el mundo de maestranzas se usa para temas de medidas.
- **SAE American Iron and Steel Institute :** Su nomenclatura cataloga los aceros en:
  - 1xxx : Aceros al Carbono
  - 2xxx : Aceros con Níquel
  - 3xxx : Aceros Cromo-Níquel
  - 4xxx : Aceros con Molibdeno
  - 5xxx : Aceros con Cromo
  - 6xxx : Aceros Cromo-Vanadio
  - 7xxx : Aceros con Tungsteno
  - 8xxx : Aceros Niquel-Cromo-Molibdeno
  - 9xxx : Aceros Silicio-Manganeso
  - Ejemplos comunes:

7#



- **SAE 304** : Acero inoxidable de buena resistencia a la corrosión atmosférica. Es uno de los más comunes
- **SAE 316, 316L (L=Low Carbon)**: Acero inoxidable para uso alimenticio y en aplicaciones marinas.
- **SAE 1020 y 1045** : Aceros de alto carbono para mecanizado.
- **ASME (American Society of Mechanical Engineers)**: Contiene una gran variedad de normas asociadas a temas mecánicos, donde se destaca las dedicadas a contenedores de presión.
- **ISO:**
- **DIN (Deutsches Institut für Normung. Instituto Alemán de Normalización):**

Muchas normas de materiales tienen grados dentro de sí, por lo que es importante revisar la especificación completa para tener claro qué es lo que se debe validar en el producto.

18#

## PROCESOS

Los procesos dentro de una maestranza pueden estar bajo normas de fabricación internacionales o locales. Se deben revisar casos como:

- **Soldadura:** AWS
- **Fabricación y Pruebas en contenedores de presión:** ASME
- **Trabajos con acero inoxidable:** No se debe trabajar junto al acero al carbono por contaminación.

# 6

## CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES

El proceso de selección y posterior monitoreo de una mastranza no es complejo, pero requiere disciplina:

- Tener claras las especificaciones del producto requerido antes de seleccionar a las maestranzas a invitar a la licitación.
- Conocer y visitar la mastranza antes de iniciar el proceso de licitación, asegurando que el producto está dentro de las especialidades de la mastranza. Para ello hay que verificar sus instalaciones, maquinarias, procesos y personal.
- Tener un plan claro de inspecciones para monitorear el avance del proceso productivo y la aceptación de los productos terminados, tomando en cuenta las normas que aplican al producto para asegurar su calidad.
- Tener un plan logístico para manejar los materiales entre la mastranza y la obra o bodegas del proyecto, asegurando los tiempos de entrega y el cuidado del material.

Siguiendo estos pasos, disminuirémos los riesgos asociados al proceso de fabricación en maestranzas.