


GUÍA

# CÓMO SOLUCIONAR PROBLEMAS DE PRODUCTIVIDAD CON EL CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADO

A close-up photograph of a robotic probe, likely a CMM (Coordinate Measuring Machine) probe, positioned over a complex metal engine block. The probe is a long, cylindrical tool with a fine tip, and it is held by a white robotic arm. The engine block is a large, intricate metal casting with several circular openings and various mechanical features. The background is blurred, showing a factory or industrial setting.

Un estudio reciente <sup>1</sup> reveló las fuentes principales de los problemas de productividad en el control de calidad. Un total de 172 personas encuestadas, principalmente ingenieros de calidad (39%) con varios niveles de experiencia —0 a 5 años (34%), 5 a 10 años (27%), 10 a 15 años (15%) y más de 15 años (24%)— respondieron una serie de preguntas relacionadas con su proceso de control de calidad.

**51%** de las personas encuestadas identificaron la complejidad de las piezas (geometrías y acabados de superficies) como su principal problema de productividad, mientras que un 24% identificó la velocidad de medición y otro 24% identificó la experiencia laboral como sus principales problemas de productividad.

En un contexto en el que las piezas se están volviendo más complejas, los recursos especializados son más difíciles de encontrar, es difícil tener acceso a los equipos de medición y su operación es lenta, ¿de qué manera puede el control de calidad solucionar estos problemas de productividad y producir más piezas de la más alta calidad en un menor tiempo?

Esta guía tiene como objetivo presentar soluciones, en forma de mejores prácticas, que ayuden a los ingenieros y gerentes de calidad a solucionar sus problemas de productividad y guiarlos en la implementación de una solución de inspección dimensional automatizada para sus aplicaciones de metrología at-line y en línea.

1. El estudio incluyó 8 preguntas de selección múltiple y se realizó entre el 15 de abril y el 15 de junio de 2018 en el sitio web [creaform3d.com](http://creaform3d.com). Incluyó a usuarios del sitio web, a clientes y a visitantes que no eran clientes.



## COMPLEJIDAD

En el control de calidad (QC), la complejidad se aplica a la medición de varias formas, tamaños y acabados que se están volviendo cada vez más comunes en la industria manufacturera. La complejidad también se refleja en el tiempo de programación, puesto que el control de formas 3D sofisticadas solo se puede realizar si se mide toda la superficie. El control de todos los datos que representan una geometría compleja requiere tiempo de programación. Estas dificultades, que tienen un impacto negativo en la productividad, se deben abordar.



# FORMAS Y ACABADOS DE SUPERFICIES COMPLEJOS

## ¿Cómo elegir la mejor tecnología para medir formas y acabados de superficies complejos?

La elección de una tecnología que sea altamente flexible —que tenga la capacidad de medir cualquier material o acabado de superficie sin preparación— es la clave para inspeccionar piezas directamente fuera del proceso de fabricación.

### ESCÁNERES 3D DE GRADO DE METROLOGÍA

Los escáneres 3D de grado de metrología son instrumentos flexibles con capacidad de medir formas y acabados de superficies complejos y diversos sin preparación y en distintos contextos.



## MEJORES PRÁCTICAS

### Flexibilidad

Una de las mejores maneras para validar el desempeño de una herramienta de medición es probarla con varias formas y acabados de superficies complejos en distintas etapas del proceso de fabricación, como, por ejemplo, antes y después del maquinado o antes y después de la aplicación de pintura. Otra forma de probar un instrumento es inspeccionar la muestra de una pieza que represente el 80% de las piezas producidas. Además, se deben probar las piezas que presenten dificultades y geometrías complejas. La clave es disponer de un instrumento de medición que pueda emplearse en estos distintos grados de complejidad.

### Contexto

El contexto es otro elemento importante que se debe considerar al validar el desempeño de una herramienta de medición. Los gerentes de control de calidad deben identificar en qué contexto se usará el dispositivo (inspección en línea, inspección de enrutamiento, inspecciones del primer y del último artículo, situaciones de urgencia o fases de desarrollo) y validar de qué manera se desempeña en ese contexto específico. Vale la pena señalar que un instrumento puede desempeñarse bien en un contexto específico, pero si este contexto se presenta en escasas ocasiones, la herramienta de inspección no tendrá valor para la organización.



## BENEFICIOS

Probar una herramienta de medición en muchas formas y acabados de superficies complejos en distintos pasos del proceso de fabricación confirma que puede ser fiable independientemente del contexto. Por este motivo, en una situación urgente, el gerente de control de calidad puede tener la seguridad de que podrá manejar la situación.

# TIEMPO DE PROGRAMACIÓN

## ¿Cómo reducir el tiempo de programación?

La integración del producto, desde el dispositivo de hardware y la conectividad de software hasta los resultados de inspección finales, es la clave para gestionar tiempos de programación complejos y difíciles. De hecho, es más fácil ser productivo y más eficiente cuando todas las herramientas funcionan con la misma arquitectura. Aprender el funcionamiento de software nuevo toma tiempo, y trabajar con distintas interfaces requiere una concentración mayor. Por lo tanto, ahorrar tiempo de programación es algo valioso cuando se enfrentan problemas de productividad.

### NUEVA GENERACIÓN DE CMM DE ESCANEADO 3D

Las máquinas de medición de coordenadas (CMM) automatizadas tradicionales poseen sondas táctiles que funcionan en un entorno controlado. Esta tecnología, de operación lenta y más adaptada a los laboratorios de metrología, no ayuda a solucionar los problemas de productividad. Sin embargo, una nueva generación de CMM de escaneado 3D que están montadas en robots y ofrecen el mismo grado de precisión que las CMM tradicionales es la clave para solucionar los problemas de productividad. Los robots industriales equipados con escáneres 3D son precisos, rápidos y adecuados para realizar mediciones en los talleres.



## MEJORES PRÁCTICAS

Al probar nuevos equipos, busque una solución completa. La plataforma de software es tan importante como el material de hardware. Cada paso, desde el desembalaje de la herramienta y el inicio de la computadora hasta el almacenamiento del informe de inspección final, es importante. Otro punto importante que se debe validar al elegir una solución de inspección es la capacidad de trabajar de manera remota o fuera de línea en un entorno virtual (también llamado gemelo digital). Por lo tanto, debe asegurarse de que este entorno virtual sea una representación justa y precisa de la realidad. Nuevamente, haga preguntas durante la demostración del proceso para confirmar que todas las herramientas requeridas estén incluidas en la solución completa.

Un producto con una buena integración debería tener capacidades y funciones que mejoren el comportamiento del instrumento de medición. Por ejemplo, los operadores deberían poder usar distintas técnicas de escaneado para optimizar el desempeño de un escáner 3D, tales como escanear perpendicularmente para reducir el ruido en los bordes, usar la fotogrametría para maximizar la precisión volumétrica y adaptar la velocidad y resolución de escaneado para reducir el tiempo de escaneado o de procesamiento.

Existen varias soluciones genéricas disponibles en el mercado que pueden ayudar a reducir el tiempo de programación, pero los productos más potentes siempre tienen en cuenta el ecosistema completo, como los métodos de medición y las funcionalidades de hardware. Por lo tanto, una solución de programación integrada debe generar de manera automática o interactiva la experiencia de escaneado adecuada para beneficiar a todos los usuarios y no solo a los expertos. De esta manera, es prácticamente imposible llevar a cabo una adquisición de datos de baja calidad.



## BENEFICIOS

Adquirir una solución completa con hardware y software integrados ayuda a reducir la carga que representa la programación. Los entornos de gemelos digitales fiables y precisos que son una representación virtual de la máquina de medición pueden ser una herramienta poderosa para superar problemas relacionados con la complejidad, tales como el tiempo de programación. El entorno virtual no solo se puede usar para la simulación, sino también para la preparación. De hecho, cuantos más usuarios puedan preparar y validar un comportamiento en el entorno virtual, menos trabajo quedará para realizar al ejecutar el programa en el robot por primera vez. Incluso si es imposible simular ciertos fenómenos en un entorno virtual, tales como el brillo y la reflectividad del material, se recomienda preparar el programa y ajustar los parámetros del láser —tales como la velocidad, el tiempo de obturación y la resolución del escaneado— en el gemelo digital en primer lugar.

A una solución de gemelo digital que esté bien integrada se le pueden incorporar funciones específicamente desarrolladas para el dispositivo. Con funciones dedicadas, la programación puede ser más fácil y más rápida. La última generación de soluciones integradas de hardware y software puede generar vías robóticas optimizadas para escáneres 3D específicos de manera interactiva o automática en una interfaz amigable, lo que es de ayuda en varias aplicaciones, incluyendo el trabajo con formas 3D complejas. En resumen, las soluciones integradas contribuyen a hacer la tecnología más accesible a expertos no especializados en robótica resolviendo problemas de programación y ayudándolos a sentirse más seguros en presencia de robots.





## VELOCIDAD

La velocidad es otro factor que puede dar lugar a problemas de productividad causando retrasos en las líneas de producción, creando cuellos de botellas o, simplemente, reduciendo la velocidad de lanzamiento de productos al mercado y de las entregas a los clientes. Las causas de esta falta de velocidad pueden ser internas (como la falta de cumplimiento de normativas y la repetición del trabajo), externas (como las reclamaciones de los clientes), o pueden estar relacionadas con el tiempo de medición de las herramientas de inspección. Estos desafíos, que tienen un impacto negativo en la productividad, se deben abordar.



# PROBLEMAS INTERNOS Y EXTERNOS

**¿Cómo evitar la falta de cumplimiento, la repetición del trabajo y la insatisfacción de los clientes a la vez que se agiliza el tiempo de medición?**

Para abordar problemas internos, tenga en cuenta la incorporación de controles de calidad en los procesos de fabricación. Optar por soluciones de inspección automatizadas para aplicaciones de metrología at-line o en línea también ayuda al tratar problemas externos.



## MEJORES PRÁCTICAS

Integrar controles de calidad en distintas etapas depende del proceso de fabricación. El primer paso es comenzar con la pieza que desea medir. Inspeccione la pieza en busca de deformaciones y trate de determinar cuál puede ser su origen. Dependiendo del tipo de deformación, comience al principio de la producción (para fundición y estampado de metal laminado\*) o en las estaciones previas (para recortes de piezas compuestas\*\*), e investigue cada operación. ¿Qué podría haber causado las deformaciones observadas? Aplique los ajustes necesarios y vuelva a medir la pieza. Realizar más mediciones requiere tiempo, pero, al final, contribuye a mejorar la calidad de la pieza reduciendo de esta manera los problemas internos y externos.

\* Si la forma es incorrecta, esto significa que el troquel o el molde probablemente estén defectuosos. Aplique las desviaciones observadas (sean completas o una fracción) a las herramientas y produzca una nueva pieza. Cuando la calidad sea adecuada, mida la pieza después de cada paso de la fabricación. Este proceso servirá como un nuevo objetivo nominal para la producción.

\*\* Si los puntos del recorte medido tienen una gran desviación, esto significa que la herramienta de recortes está defectuosa. Corrija la herramienta de corte en la estación o ajuste el programa del robot.



## BENEFICIOS

Los equipos de desarrollo de productos pueden alcanzar la etapa de "inicio de producción" con mayor rapidez y ayudar a detectar problemas de manera temprana. Resolver los problemas internos también ayuda a resolver los problemas externos, ya que, generalmente, se presentan menos reclamaciones de los clientes. Además, hacer ingeniería inversa a un proceso de fabricación que permita producir piezas adecuadas tiene varios beneficios. En primer lugar, esto compensa un gran número de fenómenos que son difíciles de predecir, tales como la tensión y la recuperación elástica. En segundo lugar, esto permite obtener y ensamblar correctamente piezas adecuadas con formas, dimensiones y tamaños correctos al final de la producción.

# TIEMPO DE MEDICIÓN

## ¿Cómo agilizar el tiempo de medición?

La medición de la velocidad se puede abordar con tecnologías de escaneado 3D. Los escáneres 3D que ofrecen la mejor experiencia de escaneado combinan puntos de medición altos por segundo con un campo de visión amplio. Al buscar una solución, intente encontrar un escáner 3D que permita adquirir datos rápidamente sin comprometer su calidad.



## MEJORES PRÁCTICAS

### Ritmo de producción

La elección de la solución de escaneado 3D adecuada depende del tipo de aplicaciones requeridas. En casos en que los usuarios deseen medir las piezas directamente en línea, se deben priorizar instrumentos capaces de realizar millones de mediciones por segundo. Por ejemplo, el ciclo de tiempo típico de la industria automotriz va de 40 a 50 segundos. Durante este tiempo, los usuarios deben cargar la pieza, realizar mediciones, análisis y descargarla. La mejor tecnología para este tipo de aplicación es un conjunto de perfiladores 2D o 3D (generalmente, entre 4 y 8). La pieza entra en el proceso, todas las cámaras toman fotografías, y luego, la pieza sale del proceso. El proceso de adquisición solo se toma algunos segundos. Igualmente, el tiempo de análisis generalmente es bastante rápido. Por lo tanto, este tipo de soluciones les permite a los usuarios seguir el ritmo de la producción.

### Vibraciones y variaciones de temperatura

Sin embargo, existen algunas limitaciones. Las vibraciones y las variaciones de temperatura pueden afectar drásticamente la precisión volumétrica (por ejemplo, la combinación de la precisión local de un escáner 3D y la precisión de la posición de cada sensor). Este tipo de solución se basa en la suposición de que todas las cámaras son estáticas. La precisión de registro de la cámara (posición y distancia entre cada cámara) se debe agregar a la precisión de cada sensor. Si el enlace entre las cámaras cambia, el sistema no podrá compensarlo. Por lo tanto, los usuarios tendrán la impresión de que las piezas están defectuosas o de que otro factor está afectando el proceso de fabricación. Es algo parecido a estar en un vehículo y no saber que se está moviendo. Se podría pensar que todo lo demás que se encuentra alrededor del vehículo está en movimiento. Los usuarios generalmente invierten mucho dinero en fijaciones rígidas para evitar estos problemas. Sin embargo, estas fijaciones son costosas, dedicadas y no son flexibles. Para evitar esta situación, se debería usar un dispositivo de seguimiento externo. Las tecnologías ópticas pueden hacer seguimiento a un objeto dinámicamente en tiempo real y compensar las vibraciones del suelo o los cambios de la fijación debidos a variaciones de temperatura.





## MEJORES PRÁCTICAS

### Solución preparada para el taller

Al buscar una solución en línea, recurrir al laboratorio de metrología no es la única opción disponible. Si bien las CMM de los talleres han estado disponibles por algún tiempo, en años recientes se han lanzado al mercado nuevas CMM de escaneado 3D que son más adecuadas para condiciones de taller. Actualmente, casi todos los proveedores de sistemas de metrología ofrecen dispositivos que se pueden montar en robots industriales. Estas soluciones automatizadas de control de calidad les ofrecen a los usuarios la máxima fiabilidad ya que el escaneado 3D es una aplicación perfecta para los robots industriales. De hecho, este tipo de robot fue diseñado originalmente para operar en la producción de "baja mezcla y alto volumen". Estos robots se construyeron para trabajar a una mayor velocidad y pueden transportar cargas útiles más pesadas que cualquier otro sistema de metrología. En definitiva, tener una CMM de escaneado 3D lista para el taller cerca de la línea de producción puede ahorrar tiempo de medición, ya que los escáneres 3D son rápidos, lo que evita que los operadores pierdan tiempo transportando piezas al laboratorio de control de calidad, ya que el montaje está ubicado cerca de la línea de producción.

La clave para ser exitoso con las soluciones de medición automatizadas es simplificar su instalación. Las soluciones llave en mano pueden contribuir a ahorrar mucho tiempo en el diseño y la integración de una célula robotizada.



## BENEFICIOS

Independientemente de que usted esté trabajando en línea o at-line, los escáneres 3D son más rápidos que las máquinas de medición tradicionales, lo que ayuda a los usuarios a ahorrar tiempo de medición. Puesto que las mediciones se realizan en el taller de producción, los operadores no tienen que trasladar las piezas al laboratorio de control de calidad. Por lo tanto, se ahorra el tiempo empleado en transportar las piezas y los resultados de la inspección se pueden obtener sin retrasos.

Al comparar una CMM de escaneado 3D llave en mano (compuesta por un robot y un escáner) con una máquina tradicional (compuesta por una CMM y una sonda táctil), es claro que la primera aumenta la productividad mientras permite un rango de precisión y precisión volumétrica similar. Los gerentes de control de calidad, que no son expertos en robótica, podrán usar una solución llave en mano para optimizar tareas repetitivas para las que la mano de obra humana no ofrece valor agregado. De esta manera, pueden reasignar los recursos humanos a tareas más importantes.



## MANO DE OBRA

La falta de recursos humanos cualificados es el tercer factor que puede causar problemas de productividad. Las empresas manufactureras ahora tienen que operar con poca mano de obra y tiempo de trabajo limitado, lo que afecta negativamente la productividad. Veamos cómo podemos abordar este problema.



# EXPERIENCIA

## ¿Cuál es la mejor manera de operar con poca mano de obra y tiempo de trabajo limitado?

Las soluciones automatizadas de control de calidad ayudan a solventar la falta de técnicos cualificados al tomar el control de tareas que no ofrecen valor agregado, tales como colocar un escáner sobre una pieza. Emplear recursos humanos en tareas que no ofrecen valor agregado puede motivar a los empleados a la vez que crea valor para la organización. Cuando se crea valor, los empleados dejan de ser asignados a tareas rutinarias, lo que contribuye a su retención.<sup>2</sup>



## MEJORES PRÁCTICAS

### Diseño, integración y operación

El desarrollo de una solución de control de calidad automatizada se divide en tres pasos: diseño, integración y operación. Durante el paso de diseño, los usuarios generalmente crean el plano, la disposición y la lista de materiales requeridos para construir la célula robotizada. La fase de integración consiste en la instalación y programación de las trayectorias del robot. La fase de operación es en la cual la máquina se pone en operación. La optimización también ocurre durante esta fase. La fase de operación no solo crea valor, sino que, además, cada paso de la instalación puede generar valor para la organización. La limitación principal de la instalación es el costo de la integración. Por lo tanto, a fin de limitar estos costos, se deben analizar otros factores, tales como la falta de estándares en el área de robótica (distintas marcas, distintos lenguajes de programación y distintas metodologías) y la falta de empleados cualificados con experiencia en el área.<sup>3</sup>

¿Cómo abordar la falta de estándares y empleados cualificados y con experiencia?

#### Opción 1: Robots colaborativos

La nueva generación de robots colaborativos aborda directamente estas dos deficiencias. La facilidad de instalación, de conexión eléctrica y de programación hace que los robots colaborativos sean muy atractivos para cualquier persona que esté dispuesta a emprender su primer proyecto en el área de robótica. El aspecto colaborativo también es interesante ya que elimina la

necesidad de un mecanismo de seguridad, aunque el 80% de los proyectos con robots colaborativos funciona con protecciones de seguridad. Por lo tanto, aunque se emplee un robot colaborativo, se debe realizar un análisis de evaluación de riesgos. En todo momento, los humanos deben estar protegidos cuando el robot lleva a cabo una tarea peligrosa.

#### Opción 2: Integrador de sistema

Otro enfoque es trabajar con un integrador de sistema que pueda ofrecer soluciones integrales. Puesto que todo proyecto de integración tiene costos generales, algunos integradores de sistema pueden mostrarse reacios a emprender proyectos pequeños. Por lo tanto, al trabajar con un integrador, planifique para invertir parte de su tiempo en el proyecto. Como se mencionó antes, el costo de la integración puede aumentar con mucha rapidez si esta no se lleva a cabo internamente. Algunos ejemplos que se encuentran en distintas publicaciones sugieren que, para un monto de USD 80.000 por el robot y los equipos, los costos de integración son de unos USD 170.000.<sup>4</sup>

#### Opción 3: Solución llave en mano

La tercera opción es una solución llave en mano. Una célula de medición completamente prediseñada crea valor durante las fases de diseño e integración, ya que el diseño ya se ha probado. Luego, la organización podrá avanzar a la fase de operación con mayor rapidez, lo que permitirá tener un mejor rendimiento sobre la inversión (ROI). Existen muchas soluciones de control de calidad disponibles en el mercado.



## MEJORES PRÁCTICAS

### Comunicación

Independientemente de cual opción se elija, es importante que la gerencia comunique sus motivos para automatizar cierta tarea. En ocasiones, los empleados se pueden sentir amenazados o inseguros respecto a su futuro en la organización. Por lo tanto, es importante estar centrado en el factor humano. Un plan de comunicación permitirá que el personal se comprometa y participe en el proyecto robótico.



## BENEFICIOS

Una vez que la instalación haya sido exitosa, el personal tendrá más tiempo para centrarse en tareas con valor agregado que liberarán aún más de su tiempo. De esta manera, ya no sentirán que no tienen suficiente tiempo para sus labores.

# CONCLUSIÓN

La complejidad de las piezas sigue siendo el principal problema de productividad en la fase de control de calidad. Este problema se puede resolver con flexibilidad. Una solución flexible, como un escáner 3D de grado de metrología, es un instrumento con la capacidad de medir distintas formas y acabados de superficies complejos sin preparación. También se puede usar en distintos contextos, tales como la inspección en línea, la inspección de enrutamiento, inspecciones del primer y del último artículo, situaciones de urgencia o fases de desarrollo. Además, las soluciones flexibles generalmente son muy rápidas y fáciles de usar. Por lo tanto, una solución flexible resuelve el problema de complejidad, así como los problemas de velocidad y de mano de obra señalados en el estudio.

Antes de considerar la instalación de una solución automatizada, es importante reflexionar sobre el tipo de proyecto de integración. Se debe tener en cuenta el tipo de producción (de baja mezcla y alto volumen o de alta mezcla y bajo volumen), el presupuesto disponible y la experiencia interna en el área de automatización. Independientemente de que opte por un integrador de sistema o una solución llave en mano, es necesario tener un plan de supervisión y comunicación. Sobre todo, debemos tener en cuenta la percepción humana sobre los robots. Las personas que perciban que sus tareas serán reemplazadas por una máquina robótica deben involucrarse en el proceso, comprender sus nuevas tareas y darse cuenta de su nuevo valor agregado en la organización. En resumen, esta transición hacia la automatización se debe llevar a cabo de manera bien pensada y con respeto.

Contáctenos o visite las páginas de productos de nuestro sitio web

[creaform3d.com](http://creaform3d.com)

