

UNIVERSIDAD PAÍS VASCO / EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS NAVALES

Fabricación y reparación de geometrías complejas mediante aporte por láser

Grado en Marina

Curso 2014/2015

Alumno: Iker Villarón Osorno

Director: Eneko Ukar Arrien

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. METODOLOGÍA	4
4. FUNDAMENTO TEÓRICO	6
4.1. Introducción	6
4.2. Principios básicos	7
4.2.1. Emisión espontánea, estimulada y absorción	7
4.3. La idea del láser	12
4.4. Esquemas de bombeo	18
4.5. Propiedades del haz láser	21
4.5.1. Monocromaticidad	21
4.5.2. Coherencia	22
4.5.3. Direccionalidad	23
4.5.4. Luminosidad – Concentración	25
4.6. Tipos de láser y sus aplicaciones	26
4.6.1. Láser de estado sólido	26
4.6.2. Láseres semiconductores o de diodos	27
4.6.3. Láseres en estado gaseoso	27
4.6.4. Láseres de fibra	28
5. ESTADO DEL ARTE	30
5.1. Evolución y estado actual del proceso de aporte por láser	30
5.2. El proceso del láser <i>cladding</i>	35
5.2.1. Introducción.	35
5.2.2. Métodos del láser <i>cladding</i>	37
5.2.2.1. <i>Preplaced</i> láser <i>cladding</i>	37
5.2.2.2. Aporte de material mediante hilo o <i>wire feeding</i>	39
5.2.2.3. Láser <i>cladding</i> mediante aporte de polvo inyectado	40
5.2.3. Características principales del cordón	41
5.3. Superaleaciones	44
5.3.1. Inconel 718 [®]	44
5.3.2. Inconel 625 [®]	45
5.4. Aplicaciones del láser <i>cladding</i>	46

6. DESARROLLO	49
6.1. Introducción	49
6.2. Objetivos.....	50
6.3. Instrumentación y materiales.....	51
6.4. Fabricación.....	53
6.4.1. Selección de los parámetros de proceso	54
6.4.2. Selección y diseño de geometría representativa.....	56
6.4.3. Preparativos y primera prueba.....	60
6.4.4. Automatización del proceso y primeras capas	63
6.4.5. Estrategia correcta y corrección de las ondulaciones.....	66
6.4.6. Mecanizado de la pieza	68
7. LÍNEAS FUTURAS Y CONCLUSIONES.....	72
8. AGRADECIMIENTOS	74
9. BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXO I: TRAYECTORIAS	81
ANEXO I.1. Trayectoria primitiva.....	81
ANEXO I.2. Trayectoria de primera prueba.....	106
ANEXO I.3. Trayectoria final	132

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo no sólo habla acerca de la fabricación de un álabe de turbina (o de la reparación de una geometría compleja). Habla de cómo con interés y trabajo duro se puede conseguir cualquier cosa.

Por supuesto, no ha sido un camino fácil, pues por la naturaleza de las enseñanzas de la escuela de náutica y máquinas navales, abundantes conceptos eran desconocidos para mí. Si bien en la escuela tenemos asignaturas que tratan de cubrir estos huecos, el tiempo del que se dispone es más bien limitado puesto que hay asignaturas más importantes que impartir.

Sin embargo, se me viene a la cabeza pensar en qué haríamos si un día en alta mar, necesitamos una llave *allen* especial. ¿Cómo la fabricaríamos? ¿Seríamos capaces de hacerlo? Personalmente, yo no tendría ni idea. No es mi intención poner de manifiesto una insuficiencia académica. No lo es, porque no existe tal insuficiencia. Simplemente quiero remarcar el valor añadido de éste proyecto.

Ciertamente se puede criticar que fue mi decisión trabajar en este campo, del cual desconocía sus principios más básicos. Piénsenlo con detenimiento... Láser, pulvimetalurgia, superaleaciones (Inconel©), fabricación no convencional... Algo realmente de locos teniendo en cuenta que nuestra especialidad es la propulsión y el mantenimiento.

No obstante, algo en mí me decía que no podía dejar pasar la oportunidad que me brindaba este proyecto para aprender. Así que, desde la carrera de máquinas navales, recogí mis bártulos y me personé en el taller del Dpto. de ingeniería mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Bilbao (ETSIB).

Allí me encontré con un panorama desolador. ¡Parecía que estaba en otra galaxia! Pero a pesar de ello nunca estuve ni me sentí solo. No sólo por los compañeros de otras ramas (mecanizado, electroerosión y rectificado), también por los profesores doctores del propio taller, que en ningún momento, desatendieron algún problema que pudiese tener.

Lo mismo ocurre con los jefes de las líneas de investigación del taller. Desde el primer día su apoyo fue incondicional y absoluto, una oportunidad perfecta para probarme a mí mismo ante un reto de unas características diré que desconocidas. Desconocidas en el sentido de realmente no saber en qué mundo estaba entrando, de entrada, un programa de diseño y mecanizado del cual no había oído hablar jamás y del cual se sacaba todo, el NX.

Aún con todo esto, sólo quedaba una cosa que hacer: ponerme a trabajar. Es aquí donde empieza la “aventura” de este trabajo. Un curso comenzado a finales de septiembre, que tuvo un parón en noviembre debido a las prácticas y que fue retomado en marzo... hasta ahora.

Por todo ello, este trabajo narra esta “aventura” citada un párrafo más arriba: la programación, el ensayo-error, los problemas que han surgido durante el proceso, las dificultades y las soluciones adoptadas para salvarlas. Además, también se exponen los resultados obtenidos, los posibles descubrimientos y los extras que han sido necesarios para completar el trabajo.

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo, como su nombre indica es la fabricación de una geometría compleja utilizando la técnica conocida como aporte láser o del inglés, láser *cladding*. En este caso, la geometría compleja es la de un álabe de turbina.

Para su fabricación hay varios hitos que se han marcado como objetivos de este trabajo que engloba una dificultad más compleja de lo que se ve en el resultado final. Como objetivos del trabajo se encuentran los siguientes:

- Fabricar mediante aporte láser un álabe de turbina de geometría especificada más adelante
- Conseguir un crecimiento uniforme y recto de la pieza
- Investigar la creación de una estrategia de aporte viable para el crecimiento en continuo de la pieza
- Optimizar el proceso de manera que se consiga la mayor altura posible con la menor cantidad de material
- Conseguir una pieza de una calidad superficial superior (libre de poros, tensiones residuales, etc.)

Por ambiciosos que parezcan estos objetivos, es una meta bonita, ya que precisa de muchísimo trabajo extra, puesto que hay que aprender a utilizar el NX, además del MatLab como apoyo (puede hacer todo lo que imagines).

Es por las razones citadas previamente que el verdadero objetivo de este proyecto es aprender, todo lo que se pueda ya que es una oportunidad única para ello.

3. METODOLOGÍA

El proceso del láser cladding es extremadamente complejo, pues en él intervienen varios factores muy difíciles de predecir y controlar como por ejemplo son:

- Flujo de gas y de partículas
- Interacción de las partículas con el láser
- Campo térmico del baño fundido
- Proceso de creación del cordón

Si se variase cualquiera de estas variables lo más mínimo podría desembocar en defectos de fabricación o reparación, forzando a repetir el proceso desde el inicio

Para este proyecto se ha utilizado Inconel 718. Se trata de una aleación termorresistente empleada ampliamente en turbomaquinaria y en la reparación de geometrías complejas que forman parte de éstas, como por ejemplo álabes, ya que éstos sufren un elevado grado de desgaste a lo largo de su vida en servicio.

Por lo tanto, debido a la complejidad global del proyecto, la aproximación al problema ha sido gradual, siendo necesaria la definición de unas tareas para asegurar el éxito del proyecto. Dichas tareas se detallan a continuación:

1. Revisión bibliográfica acerca del proceso del láser *cladding* y su estado actual, así como su evolución histórica para poder así tener una base sólida.

2. El estudio experimental. Se compone principalmente de experimentos con muestras o test cuyos resultados orientarán la selección de los parámetros de proceso para la fabricación de la pieza.

3. Diseño de la geometría del álabe mediante CAD NX Siemens[®].
4. Creación de estrategia de aporte. Esta estrategia en un principio es proporcionada por el programa de CAM NX Siemens[®] mediante una operación de mecanizado en tres ejes que se utilizará como programa para el control numérico.
5. Modificación de las trayectorias de aporte obtenidas del programa CAM NX Siemens[®] para la adecuación al proceso.
6. Estudio del uso de un algoritmo para el suavizado de las trayectorias. Esto se debe a que este proceso precisa de una voluminosa cantidad de información en forma de coordenadas lineales. Sin embargo por tratarse de un proceso de tres ejes, y por ser estable el proceso se descarta.
7. Ejecución del proceso de aporte por láser utilizando las estrategias anteriormente citadas.
8. Mecanizado de la pieza.

4. FUNDAMENTO TEÓRICO

4.1. Introducción

Para empezar, se describirá la herramienta principal para la realización de este proyecto, el láser. La palabra “láser” es en realidad el acrónimo de “*Light Amplificated by Stimulated Emission of Radiation” algo así como “luz amplificada por emisión estimulada de radiación”.*

En 1916, Albert Einstein estableció los fundamentos para el desarrollo de los láseres y de sus predecesores, los máseres (que emiten microondas), utilizando la ley de radiación de Max Planck basada en los conceptos de emisión espontánea y estimulada de radiación.

En 1928 Rudolf Landenburg obtuvo la primera evidencia del fenómeno de emisión estimulada de radiación, aunque no pasó de ser una curiosidad de laboratorio, por lo que la teoría fue olvidada hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando fue demostrada definitivamente por Willis Eugene Lamb y R. C. Rutherford.

El primer láser fue uno de rubí y funcionó por primera vez el 16 de mayo de 1960. Fue construido por Theodore Maiman. El hecho de que sus resultados se publicaran con algún retraso en la revista Nature, dio tiempo a la puesta en marcha de otros desarrollos paralelos. Por este motivo, Townes y Arthur Leonard Schawlow también son considerados inventores del láser, el cual patentaron en 1960. Dos años después, Robert Hall inventó el láser generado por semiconductor. En 1969 se encontró la primera aplicación industrial del láser al ser utilizado en las soldaduras de los elementos de chapa en la fabricación de vehículos y, al año siguiente Gordon Gould patentó otras muchas aplicaciones prácticas para el láser.

El 16 de mayo de 1980, un grupo de físicos de la Universidad de Hull liderados por Geoffrey Pert registran la primera emisión láser en el rango de los rayos X. Pocos meses después se comienza a comercializar el disco compacto, donde un haz láser de baja potencia "lee" los datos codificados en forma de pequeños orificios (puntos y rayas) sobre un disco óptico con una cara reflectante. Posteriormente esa secuencia de datos digital se transforma en una señal analógica permitiendo la escucha de los archivos musicales.

En 1984, la tecnología desarrollada comienza a usarse en el campo del almacenamiento masivo de datos.

En 1994 en el Reino Unido, se utiliza por primera vez la tecnología láser en cinemómetros para detectar conductores con exceso de velocidad. Posteriormente se extiende su uso por todo el mundo.

4.2. Principios básicos

A continuación, se describirán los principios físicos que dan fundamentación teórica al láser. Esta información de principio físico de funcionamiento de un láser se ha obtenido del libro *Principles Of Lasers* de Orazio Svelto [Svelto, 2010] donde se expone una idea global de qué es un láser y cuáles son sus principios físicos básicos necesarios comprender su funcionamiento.

4.2.1. Emisión espontánea, estimulada y absorción

Comenzaremos describiendo el fenómeno de la emisión espontánea ya que es el apropiado para comenzar las definiciones. Para definir este fenómeno, consideremos dos niveles de energía, 1 y 2 donde $2 > 1$ de un átomo de un material determinado siendo sus niveles de energía E_1 y E_2 ($E_2 > E_1$) (Fig. 4.1 a). Estos dos niveles pueden

corresponder a cualquiera de los infinitos niveles de energía que un átomo puede tener, pero para nuestra comodidad, consideraremos E_1 el nivel de energía a la altura del suelo. Como $E_2 > E_1$ el átomo tenderá a decaer al nivel 1. La energía correspondiente a éste salto $E_2 - E_1$ deberá ser liberada por el átomo de alguna manera. Por suerte para nosotros, cuando ésta energía es liberada en forma de onda electromagnética (e.m. en adelante), ocurre lo que conoce como emisión espontánea, sin la cual no existiría el láser. La frecuencia ν_0 de la onda radiada tiene el conocido valor

$$\nu_0 = (E_2 - E_1)/h \quad (1)$$

donde h representa la constante de Planck. La emisión espontánea queda caracterizada como la emisión de un fotón de energía $h\nu_0 = E_2 - E_1$. Aunque también hay que añadir la posibilidad de que esta liberación de energía no se dé en forma de onda e.m. En este proceso la energía correspondiente al incremento de energía $E_2 - E_1$ puede darse en cualquier otra forma (térmica, cinética, interna...). Este proceso es conocido como caída no radiativa.

Supongamos ahora que nuestro átomo se encuentra en el nivel 2 y que una onda e.m. de frecuencia $\nu = \nu_0$ (igual a la frecuencia de la onda emitida de manera espontánea) incide sobre el material (fig. 4.1b). Como esta onda incidente tiene la misma frecuencia que la frecuencia atómica, existe una posibilidad finita de que se fuerce al átomo a la transición $2 \rightarrow 1$. En este caso, la energía $E_2 - E_1$ se obtiene de una onda e.m. incidente. Este proceso se conoce como emisión estimulada. La principal diferencia entre la emisión espontánea y la emisión estimulada es, que el fotón radiado por la emisión espontánea tiene una dirección y sentido aleatorios. Sin embargo, el fotón radiado por la emisión estimulada, es idéntico al fotón incidente, coincidiendo en dirección, sentido y frecuencia.

Consideremos ahora que nuestro átomo se encuentra en el nivel 1 de energía E_1 (fig 4.1c). Si es el correspondiente al de la tierra, el átomo permanecerá en éste nivel a no ser que una fuente externa de frecuencia $\nu = \nu_0$ incite al átomo a elevar su estado energético. Al coincidir con la frecuencia atómica, existe una probabilidad finita (al igual que en la emisión estimulada) de que el átomo realice la transición $1 \rightarrow 2$. La energía $E_2 - E_1$ necesaria para que se de este proceso, se consigue de una fuente incidente de energía $E_2 - E_1 = h\nu$ donde $\nu = \nu_0$. A éste proceso se le conoce como absorción.

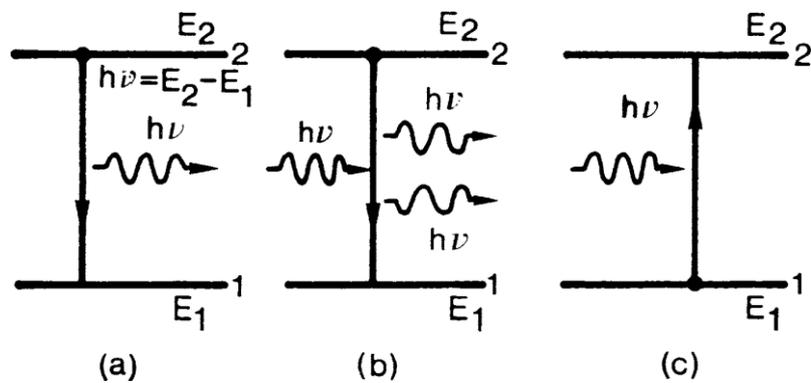


Fig.4.1. Esquema de proceso. (a) emisión espontánea (b) emisión estimulada (c) absorción

Fijémonos en que, como se ha mencionado anteriormente, existe una probabilidad finita de que tanto los fenómenos de absorción y emisión espontánea ocurran. Para ello, asumamos que el número de átomos o moléculas que residen en un instante de tiempo t , en un nivel de energía determinado por unidad de volumen son N . A este número se le conoce coloquialmente como población y así será mencionado a lo largo de esta sección.

Para la emisión espontánea, la probabilidad de que le proceso ocurra puede ser definido por el ritmo de cambio del nivel energético de la población del nivel superior

$(dN_2/dt)_{esp}$, proporcional a población en dicho nivel energético N_2 . Por tanto, podemos escribir

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_{esp} = -AN_2 \quad (2)$$

donde el signo negativo expresa que a la hora de derivar, ésta queda negativa. El término A es una constante positiva llamada coeficiente de Einstein, que representa el ritmo o velocidad de caída hacia niveles menores de energía de los átomos. El término $\tau_{esp} = 1/A$ se corresponde con el tiempo de vida de la emisión espontánea o absorción. Algo similar ocurre con la caída no radiante, que puede ser escrita como:

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_{nr} = -\frac{N_2}{\tau_{nr}} \quad (3)$$

donde τ_{nr} se refiere al tiempo de duración de la caída no radiante. Nótese que el término A (y τ_{sp}) dependen únicamente del proceso considerado, mientras que para la caída no radiante τ_{nr} depende también de las características del medio que le rodea.

Podemos proceder, a continuación de manera similar, para la emisión estimulada. Para la emisión estimulada podemos escribir:

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_{est} = -W_{21}N_2 \quad (4)$$

donde $(dN_2/dt)_{est}$ es el ritmo que se da la transición $2 \rightarrow 1$ mediante la emisión estimulada y W_{21} es el ritmo de la emisión estimulada. A diferencia del coeficiente A de la emisión espontánea y de la absorción, la constante W_{21} tiene dimensión temporal $(tiempo)^{-1}$. Además no sólo depende de la transición tratada en particular, sino también de la intensidad de la onda e.m. incidente. Por ejemplo, para una onda plana tenemos:

$$W_{21} = \sigma_{21}F \quad (5)$$

donde F es el flujo de fotones incidente y σ_{21} es la dimensión de un área denominada sección de cruce de la emisión estimulada y depende de las características del material que tratamos.

Del mismo modo, para la absorción podemos definirla en función de W_{12} de la siguiente manera:

$$\left(\frac{dN_1}{dt}\right)_{abs} = -W_{12}N_1 \quad (6)$$

donde $(dN_1/dt)_{abs}$ representa la velocidad a la que se da la transición $1 \rightarrow 2$ debido a la absorción y N_1 representa la población en el nivel 1 de energía. Siguiendo la línea anteriormente descrita, podemos escribir:

$$W_{12} = \sigma_{12}F \quad (7)$$

donde σ_{12} representa la sección eficaz de la absorción, que depende de la transición que estamos tratando.

Como se ha descrito con anterioridad, hemos determinado los fenómenos de la emisión estimulada y de la absorción en función de la sección de cruce de ambas transiciones, siendo σ_{21} y σ_{12} respectivamente. Einstein demostró a principios del siglo XX que si dos niveles de energía son no-degenerativos, entonces $W_{21} = W_{12}$ y $\sigma_{21} = \sigma_{12}$. Si los niveles no-degenerativos son g_1 y g_2 respectivamente, entonces:

$$g_2 W_{21} = g_1 W_{12} \quad (8)$$

y por tanto,

$$g_2 \sigma_{21} = g_1 \sigma_{12} \quad (9)$$

Observemos que los tres procesos que se han descrito se basan en la creación y la aniquilación de fotones. En la emisión espontánea, el átomo decae al nivel 1 desde el nivel 2 y desprende un fotón. En la emisión estimulada, un fotón fuerza la transición $2 \rightarrow 1$ y libera un fotón teniendo en total dos (el incidente más el emitido). En la absorción, un fotón se absorbe para que el átomo viaje desde el nivel 1 al 2 y fotón simplemente es aniquilado. Como conclusión, la emisión estimulada y la espontánea crean fotones, mientras que la absorción los destruye.

4.3. La idea del láser

Consideremos los Niveles de energía 1 y 2 y N_1 y N_2 sus respectivas poblaciones. Si una onda plana que viaja en el eje z en el material, el incremento diferencial, dF , del flujo a lo largo de dz , será debido a los efectos de emisión estimulada y espontánea que se den en esa longitud. Supongamos S la sección del área del rayo. El cambio de fotones que se da por unidad de volumen por unidad de tiempo, que puede escribirse como SdF , debe ser igual a la diferencia entre los fenómenos de emisión y absorción por unidad de tiempo, ya que la emisión añade fotones y absorción los destruye. Así pues, podemos escribir:

$$SdF = (W_{21}N_2 - W_{12}N_1)(Sdz) \quad (10)$$

y de aquí deducir,

$$dF = \sigma_{21}F \left[N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1} \right] dz \quad (11)$$

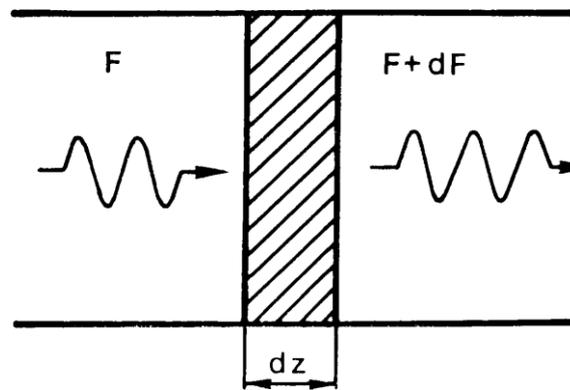


Fig.4.2 *Ilustración de la ganancia del flujo de fotones*

Una conclusión muy evidente es que el material se comportara como un amplificador si $\left[N_2 > \frac{g_2 N_1}{g_1} \right]$ y como absorbente si $\left[N_2 < \frac{g_2 N_1}{g_1} \right]$. En equilibrio térmico, las poblaciones son descritas por las estadísticas de Boltzmann, Si N_1^e y N_2^e están en equilibrio térmico, tenemos:

$$\frac{N_2^e}{N_1^e} = \frac{g_2}{g_1} e^{-\left[\frac{E_2 - E_1}{kT} \right]} \quad (12)$$

donde k es la constante de Boltzmann y T es la temperatura absoluta del material.

Una vez en equilibrio tendremos que $N_2 < N_1 g_2/g_1$. El material se comporta como un absorbente de la luz a la frecuencia ν . Esto es lo que ocurre bajo condiciones normales.

Sin embargo, en una condición que no es de equilibrio, podemos conseguir $N_2 > N_1 g_2/g_1$. Esto quiere decir que el material se comportara como un amplificador. Al hecho de que existan más electrones en el nivel superior de energía que en el inferior se le denomina inversión de la población y así es como será tratado de aquí en adelante.

Esto quiere decir que, la población en el nivel superior de energía cuando el medio no se encuentra en equilibrio, es igual pero de signo contrario a la población en el nivel inferior de energía cuando el medio se encuentra en equilibrio:

$$N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1} = \left| N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1} < 0 \right| \quad (13)$$

cuando esto ocurre, al material se le conoce como medio activo.

Cuando en un material en estado de inversión se produce una transición desde su nivel de energía superior hacia el inferior cuya frecuencia:

$$\nu_0 = \left[\frac{E_2 - E_1}{kT} \right] \quad (14)$$

cae hasta la región de las microondas a este amplificador se le conoce como “maser” acrónimo que corresponde a:

“Microwave Amplificator by Stimulated Emission of Radiation”

Si por el contrario, esta frecuencia cae a la región óptica, se le conoce como “láser” acrónimo que corresponde a:

“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”

Para el medio activo, es necesario introducir un *feedback* positivo. En nuestro caso, ese *feedback* se consigue mediante espejos de alta reflectividad. En este caso la onda que incide en los espejos volverá rebotada al medio activo, y se incrementará así el flujo de fotones mediante la emisión estimulada.

Pero para que esto ocurra, se deben dar unas condiciones mínimas. En el caso del láser, esto será efectivo cuando la ganancia del medio activo compense, como mínimo, las pérdidas producidas por el láser.

La ganancia del láser, descrita con anterioridad es:

$$e^{\left\{\sigma\left[N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1}\right]\right\} \cdot l} \quad (15)$$

donde $\sigma = \sigma_{21}$ y l = longitud del medio activo. Si R_1 y R_2 son la capacidad de reflejar de los espejos y L_i las pérdidas por pasada, el flujo F' que se obtiene por pasada será:

$$F' = F e^{\sigma l \left(N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1}\right)} \times (1 - L_i) R_2 \times e^{\sigma l \left(N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1}\right)} \times (1 - L_i) R_1 \quad (16)$$

En la condición umbral, tendremos que $F' = F$ y para que esto se dé deberá cumplirse que $e^{2\sigma l(N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1})} \times (1 - L_i)R_2R_1 = 1$ Esto se da cuando la inversión de población $N = N_2 - \frac{g_2 N_1}{g_1}$ alcanza un valor crítico conocido como inversión crítica, definido por:

$$N_c = \frac{-\ln R_2 R_1 + 2\ln(1 - L_i)}{2\sigma l} \quad (17)$$

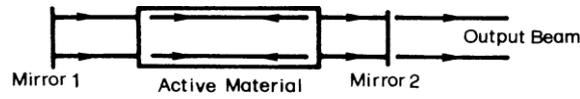


Fig.4.3 Esquema básico de un láser

Esta ecuación puede simplificarse si realizamos los cambios:

$$-\ln R_1 = -\ln(1 - T_1) = \gamma_1 \quad (18)$$

$$-\ln R_2 = -\ln(1 - T_2) = \gamma_2 \quad (19)$$

$$-\ln(1 - L_i) = \gamma_i \quad (20)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior, tenemos:

$$N_c = \gamma / \sigma l \quad (21)$$

donde;

$$\gamma = \gamma_i + (\gamma_1 + \gamma_2) / 2 \quad (22)$$

Los valores definidos en las ecuaciones de cambio de variable podrían considerarse como las pérdidas internas, pérdidas que la ganancia tendrá que, por lo menos, igualar. Por ejemplo, γ_i representa las pérdidas internas logarítmicas de la propia cavidad donde se encuentra el láser. De hecho, cuando $L_i \ll 1$ suele ocurrir que $\gamma_i \cong L_i$. Del mismo modo, T_1 y T_2 representan las pérdidas de la cavidad y γ_1 y γ_2 pueden considerarse como las pérdidas de las cavidades de los espejos.

Cuando esta condición de inversión crítica se alcance, será la emisión espontánea la que inicie la amplificación cuando la dirección de los fotones emitidos coincida con el eje de los espejos. Éstos son los principios básicos de un oscilador láser o láser a secas que es como mejor se le conoce. Si se tuviese que aplicar la definición de láser anteriormente citada, éste acrónimo debería estar reservado únicamente a las emisiones en la región de la luz visible.

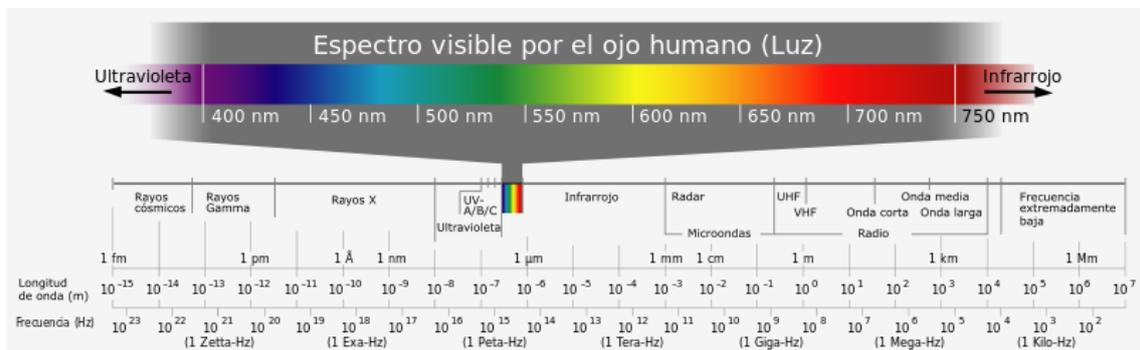


Fig.4.4 Espectro visible de la luz

Sin embargo, hoy en día el acrónimo láser se aplica a todas las frecuencias, tanto en el infrarrojo cercano o lejano, como en los ultravioleta rayos X e incluso rayos gamma.

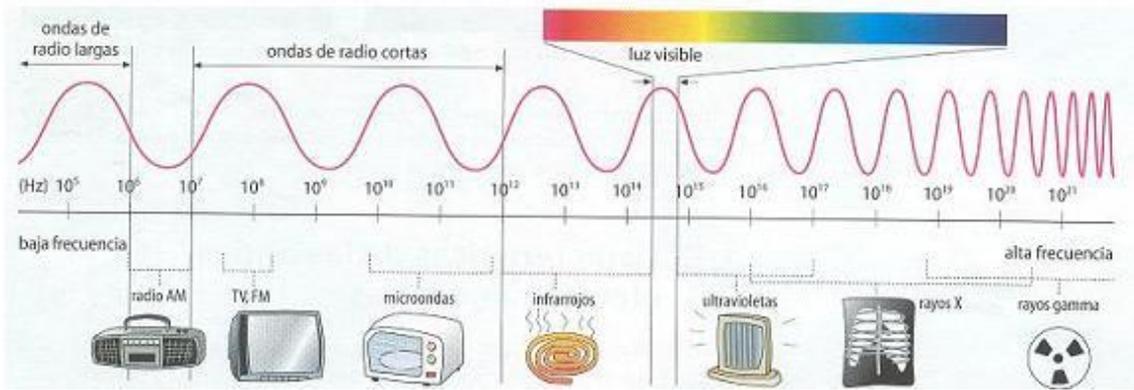


Fig.4.5 Espectro electromagnético de la luz

4.4. Esquemas de bombeo

En este apartado describiremos uno de los conceptos más importantes para que el láser sea operativo. A modo de introducción, diremos que el bombeo es el proceso mediante el cual los átomos reciben la energía necesaria para poder ascender de nivel energético.

Podríamos asumir que la inversión de población es concebible en cualquier medio mediante la incidencia de una onda e.m. producida, por ejemplo, por una lámpara cuya energía sea, $E = h\nu$ y $\nu = \nu_0$ pero en equilibrio térmico, la absorción imperaría, ya que $g_1 N_1 > g_2 N_2$.

Es deducible pues, que el caso umbral con dos niveles de energía sería $g_1 N_1 = g_2 N_2$, por lo que ambos fenómenos quedan compensados y por lo tanto sería imposible obtener una inversión de población y así mismo la emisión estimulada necesaria para obtener el haz láser. Es evidente pensar que es posible la existencia de láseres de mayor cantidad de niveles y efectivamente, existen láseres de diferentes niveles de energía. En nuestro caso, contemplaremos los láseres de tres y cuatro niveles de energía.

Para explicar cómo funcionan estos láseres de tres y cuatro niveles de energía fijémonos en la fig. 4.6 a) y 4.6 b);

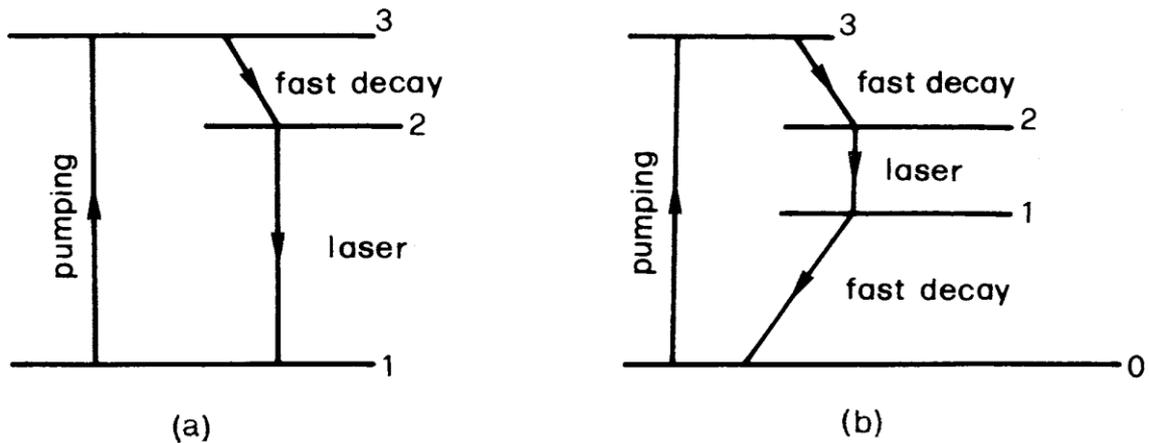


Fig.4.6 a) *Esquema láser de tres niveles* y b) *esquema láser de 4 niveles*

En láseres de tres niveles, los átomos son bombeados de algún modo desde el nivel de energía 1 hasta el 3. Una vez en el nivel superior de energía debido al bombeo, nivel 3, se produce un fenómeno de caída rápida, es decir, el átomo en cuestión experimenta un cambio energético no radiante, en otras palabras, la energía se transforma en otra forma que no es radiación e.m. (térmica, cinética, energía interna...). A partir de este nivel al que llamaremos nivel superior del láser o nivel metaestable de energía, la inversión de población se obtiene generando el láser.

En el otro lado tenemos el láser de 4 niveles. Aunque el nivel de energía de bombeo sea numerado como 3, el nivel de reposo será nombrado como 0 para nuestra comodidad. Una vez en el nivel superior de bombeo, ocurre el mismo fenómeno que en el láser de tres niveles, una caída rápida no radiante. Una vez en este nivel energético, llamado 2, se produce la inversión de población y la emisión estimulada entre este último nivel y el nivel inferior del láser. Entre éste último nivel y el nivel de reposo se vuelve a producir una caída no radiante. Es fundamental para los láseres continuos este último paso.

Al proceso mediante el cual los átomos son bombeados del nivel 1 al nivel 3 en los láseres de tres niveles y del nivel 0 al nivel 3 en los láseres de 4 niveles se le conoce como bombeo. Hay varias maneras de conseguir este bombeo como por ejemplo, mediante una lámpara suficientemente intensa o con una descarga eléctrica en el medio activo.

Si bien explicaremos los tipos de bombeo más adelante, se menciona a continuación que, si el nivel superior de energía está vacío, el ritmo al que se comienza a poblar de átomos, $(dN_2/dt)_p$ puede escribirse como;

$$(dN_2/dt)_p = W_p N_g \quad (23)$$

donde W_p se corresponde a un valor que describe el proceso de bombeo y N_g es la población en el nivel de reposo tanto para un láser de tres niveles, como para un láser de cuatro niveles. En este caso, nos centraremos en el láser de cuatro niveles, donde para simplificar, escribiremos la expresión anterior referida al ritmo de población de átomos del nivel superior como;

$$(dN_2/dt)_p = R_p \quad (24)$$

donde R_p representa el ritmo de bombeo. Para alcanzar el valor de la inversión crítica necesaria para poder iniciarse el proceso de emisión estimulada este valor se convierte en R_{cp} .

Como hemos comentado con anterioridad son varios los posibles procesos de bombeo. En nuestro caso nos centraremos en dos tipos de bombeo: el óptico de luz incoherente y el eléctrico.

En el bombeo óptico la energía de una lámpara de luz incoherente suficientemente potente, es absorbida por los átomos del medio activo y éstos a su vez, se elevan hasta el nivel superior de energía. Éste método es especialmente efectivo en los láseres de estado sólido y líquido (*dye*). En estos tipos de láser, la línea de ganancia o ensanche produce

una ganancia muy amplia, por tanto en vez de hablar de niveles concretos se habla de una banda de posibles niveles a los que pueden ser bombeados los átomos del medio activo.

Este amplitud ofrece la ventaja de ser capaz de absorber una gran parte de la energía emitida por, de manera frecuente, la lámpara.

La viabilidad de los láseres de onda continua o pulsados y su alta eficiencia ha hecho que la idea de bombeo láser, es decir, utilizar un láser en vez de una fuente de luz incoherente, sea una realidad para el proceso de bombeo de los átomos.

El bombeo eléctrico de forma general consiste en una descarga eléctrica suficientemente intensa especialmente afín a los láseres de estado gaseoso y de tipo semiconductor. Esto se debe a que la banda de absorción de la luz es mucho más estrecha que en los láseres de estado sólido y líquido.

4.5. Propiedades del haz láser

La radiación láser se caracteriza por tener un elevado grado de monocromaticidad, coherencia, direccionalidad y brillo. A estas cuatro propiedades se le puede añadir también la propiedad de poder darse en pulsos cortos de luz. Esta última propiedad cada vez va cobrando más y más importancia debido a las nuevas necesidades que se da en la industria. A continuación se describen estas propiedades con más detalle.

4.5.1. Monocromaticidad

Podemos afirmar que ésta propiedad viene dada por dos condiciones fundamentales. Una de ellas es que sólo una onda e.m. de una frecuencia ν_0 puede ser amplificada. Además la segunda condición es la del par de espejos. Al formar estos una cavidad

resonante sólo podrán existir las frecuencias de resonancia propias de éstos espejos. Ésta última condición hace que la banda de emisión del láser se reduzca en varios órdenes de magnitud a diferencia de la emisión espontánea.

4.5.2. Coherencia

Existen dos tipos de coherencia en cualquier tipo de onda e.m. La coherencia espacial y la temporal.

Para definir la coherencia espacial, consideremos dos puntos P_1 y P_2 en un instante de tiempo $t = 0$ en el mismo frente de onda de una onda e.m. dada. Siendo $E_1(t)$ y $E_2(t)$ los campos eléctricos de las respectivas ondas en esos puntos determinados, el desfase entre los dos puntos en el instante $t = 0$ es igual a cero. Si cuando se dé un instante de $t > 0$ la diferencia de fase de los puntos sigue siendo cero nos encontramos con la coherencia espacial perfecta. Cuando en la práctica no se consigue esta condición pero es muy próxima a la coherencia espacial perfecta se habla de coherencia espacial parcial.

Por otro lado se encuentra la coherencia temporal. Para definirla, consideremos de una onda e.m. el campo eléctrico y un punto P. Ahora, tomemos un instante de tiempo t y otro instante $t + \tau$. En estos dos instantes existe (si existe) un desfase entre la forma de onda del campo eléctrico. Si este desfase perdura en el tiempo (es decir, para cualquier valor de τ), ya sea 0 o cualquier valor, hablaremos de coherencia temporal perfecta. Sin embargo, ocurre una mínima variación (como ocurre en la realidad) hablaremos de coherencia temporal parcial. Esto se da cuando $0 < \tau < \tau_0$ y diremos que la coherencia temporal parcial será de τ_0 . En la fig. 4.7. se aprecia cómo una onda de un campo eléctrico que salta de una fase a otra a intervalos de tiempo τ_0 .

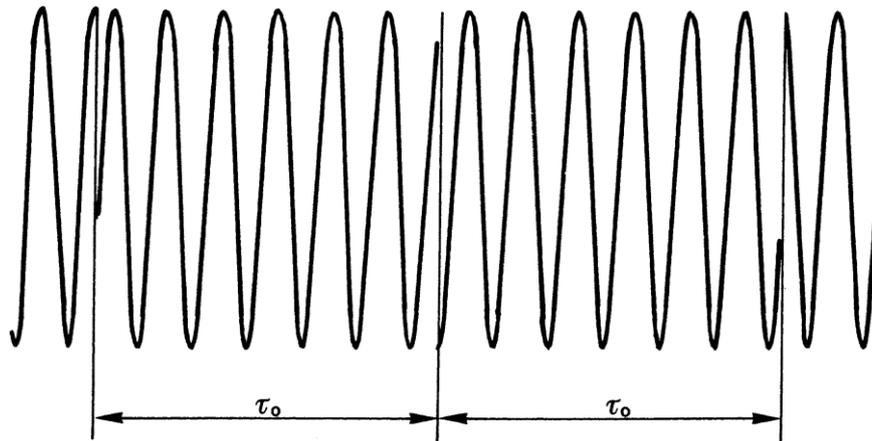


Fig.4.7 Onda de coherencia temporal parcial

4.5.3. Direccionalidad

La direccionalidad del láser, es consecuencia directa de que el medio activo este situado en una cavidad resonante. En el caso del plano paralelo, por ejemplo, solo una onda en una dirección perpendicular a la de los espejos de la cavidad podrá ser emitida y sostenida por el sistema. Para un conocimiento más profundo de las propiedades direccionales del láser es necesario separar los láseres de coherencia espacial perfecta de los láseres de coherencia espacial parcial.

Comencemos por la coherencia espacial perfecta. Incluso en este caso ideal de coherencia debido a la cavidad finita por donde viaja el haz láser, ocurrirá un fenómeno de divergencia mayor o menor debido a la difracción generada por la cavidad mencionada con anterioridad. Esto se puede comprender con mayor facilidad con la ayuda de la fig. 8. En esta figura se representa un rayo láser de intensidad uniforme y frente de onda plano que incide en una pantalla S con una apertura de distancia D . Según el principio de Huyghens, el frente de onda de un plano P puede ser obtenido a partir de la superposición de todas las ondas elementales generadas en todos los puntos de la apertura D .

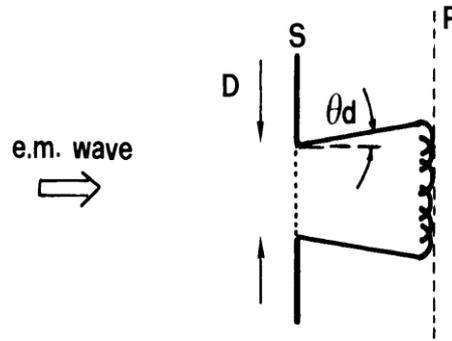


Fig.4.8 Divergencia de una onda e.m. plana debido a la difracción

Observamos por ello que para una apertura finita D el rayo tiene un ángulo de divergencia θ_d y su valor puede ser obtenido mediante la teoría de la difracción y su valor se determina mediante:

$$\theta_d = \beta\lambda/D \quad (25)$$

donde λ y D son la longitud de onda y el diámetro del haz respectivamente. El coeficiente β es un valor numérico que depende de la distribución entre la divergencia y el diámetro del rayo. Un rayo que se puede definir por la ecuación anterior es conocido como “difracionalmente limitado”.

En el caso de la coherencia espacial parcial la divergencia sería mayor aún que el valor mínimo establecido por la difracción. De hecho para este tipo de rayos el principio de Huyghens sólo puede ser aplicado en el área alrededor de un punto P donde se mantiene la coherencia. Esta área actúa como un limitador de apertura para la superposición coherente del frente de onda.

4.5.4. Luminosidad – Concentración

Se define la luminosidad o la concentración de una fuente e.m. como la potencia emitida por unidad de superficie y por ángulo unitario. La potencia dP emitida en una superficie dS bajo un ángulo $d\Omega$ en una dirección OO' se determina por la ecuación

$$dP = B \cos\theta dS d\Omega \quad (26)$$

donde θ es el ángulo entre OO' y la dirección normal “n” de la superficie. El factor B de la ecuación anterior representa la luminosidad o la concentración de la fuente e.m. en el punto O según la dirección OO' . Cuando B es constante se dice que es una fuente isotrópica o Lambertiana.

Consideremos ahora un rayo láser de potencia P con una sección eficaz circular de diámetro D y con un ángulo de divergencia θ (Fig.4.9.b.). Como en el láser este ángulo θ se puede considerar válida la afirmación $\cos\theta \cong 1$. Como el área del haz es $\pi D^2/4$ y con un ángulo $\pi\theta^2$ sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene la concentración del láser dado por la fórmula

$$B = 4P/(\theta\pi D)^2 \quad (27)$$

En el caso de que el rayo sea difractado de manera limitada, tenemos $\theta = \theta_d$ y de la ecuación (27) despejamos

$$B = \left(\frac{2}{\beta\pi\lambda}\right)^2 P \quad (28)$$

que es la concentración máxima que un haz láser de potencia P puede tener.

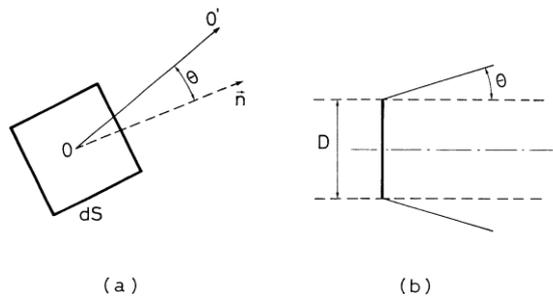


Fig.4.9 Concentración en el punto O de una serie de nodos planas e.m. y b) concentración o luminosidad de un rayo láser de diámetro D

4.6. Tipos de láser y sus aplicaciones

4.6.1. Láser de estado sólido

Uno de los láseres de estado sólido más extendido en la industria es el láser Nd: YAG (*Neodymium Yttrium Aluminium Garnet*). En este caso, nos valemos del estado trivalente del átomo de YAG en su estado cristalino. La excitación se consigue mediante lámparas de arco y de *flash*.

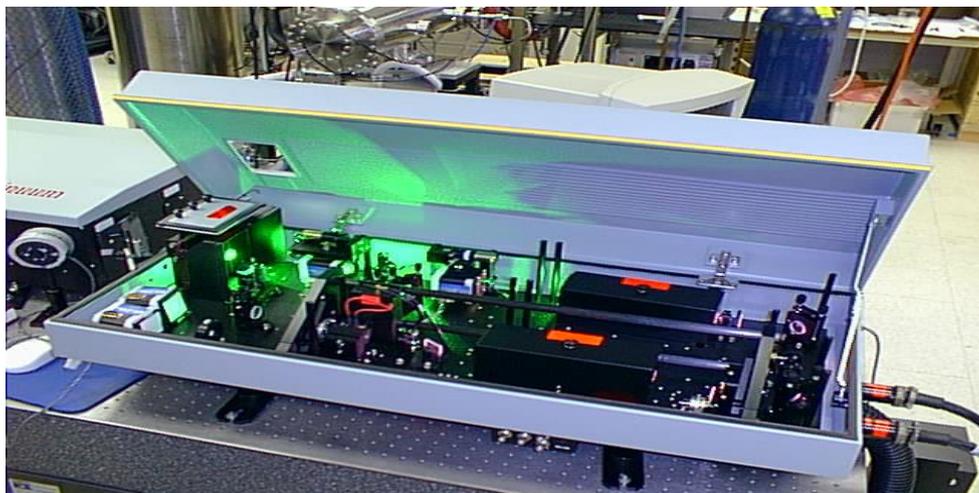


Fig.4.10 Célula de láser Nd: YAG

La potencia de salida de estos láseres es de unos pocos kW, de 1 a 10. La eficiencia de estos láseres ronda el 12%. Sus principales aplicaciones industriales son el corte, la

soldadura, taladrado, fresado... Además en el ámbito militar también se utiliza para seguimientos de largas distancias. Tiene una longitud de $10.7\mu\text{m}$ y puede transportarse mediante fibra óptica.

4.6.2. Láseres semiconductores o de diodos

Las aplicaciones de los láseres de diodos han estado limitadas debido a la baja potencia que éstos son capaces de aportar. Sin embargo, los láseres de diodos se están volviendo extremadamente populares tanto para aplicaciones de alta potencia como para bombeo de otros láseres, en especial para láseres de estado sólido debido a su bajo peso, alta eficiencia y fiabilidad. En este caso, la emisión estimulada procede de la recombinación de electrones cuando se aplica un voltaje en las capas p y n de los diodos. Para aumentar la potencia, se combinan las capas del diodo para combinarse y obtener así un fenómeno de amplificación de energía.

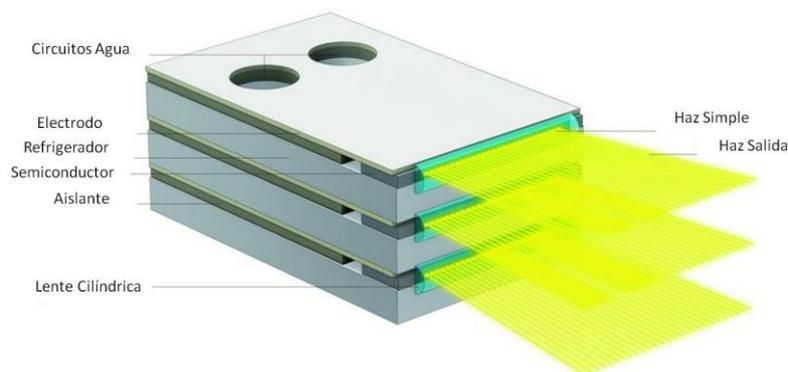


Fig.4.11 Láser de diodos

Estos láseres de diodos están en auge, debido a sus altas prestaciones en campos muy variados, a su alta eficiencia, bajo coste y reducido mantenimiento.

4.6.3. Láseres en estado gaseoso

El láser basado en el CO_2 es uno de los láseres que más se ha desarrollado y que más se ha usado en la industria en una amplia gama de campos. Éstos láseres son eléctricamente

más eficientes (15-20%) y pueden aportar una mayor potencia de salida (0,1-50 kW) que otros láseres. También existen láseres basados en la mezcla de gases He-Ne.

El funcionamiento de estos láseres consiste en una cavidad donde el gas entra y mediante corriente directa (electrodos) o mediante radiofrecuencia se ioniza el gas obteniendo así la emisión estimulada necesaria para la formación del láser.

Aunque el láser de CO_2 y el de He-Ne posean longitudes de onda más largas que los láseres de estado sólido y esto haga que tenga peores propiedades a la hora de interactuar con ciertos materiales, la potencia que son capaces de desarrollar compensa estas propiedades negativas para este tipo de láseres.

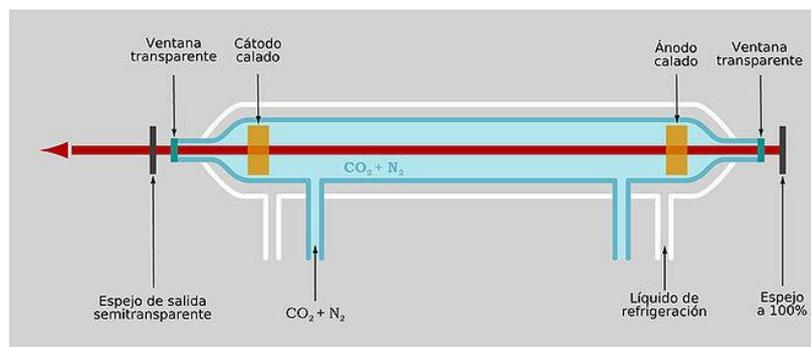


Fig.4.12 Esquema de un láser de CO_2

4.6.4. Láseres de fibra

Durante la década anterior, los láseres de fibra compuestos de tierras raras (denominación de la aleación del Neodimio) han cobrado una importancia muy grande como fuentes láser y amplificadores. Con una eficiencia superior a la 20%, la potencia de salida de los láseres de fibra ha sufrido un aumento exponencial, además se han desarrollado estos láseres dentro de un rango de longitudes de onda seguras para el ojo humano.

Este tipo de láseres están llamados a sustituir a los actuales y bien extendidos láseres de Nd: YAG y CO_2 ya que es mucho más fácil controlar la potencia de salida y porque ofrecen unas características de haz láser unas 10 veces superiores.

Es la configuración que mayor auge está teniendo en los últimos años. Esta tecnología se basa en estirar un disco de Yb: YAG (*Yterbium: Ytrium Aluminium Garnett*) hasta conseguir una fibra de tan solo unas micras lo que permite que su refrigeración sea mucho más sencilla. Además, la potencia depende de la longitud de la fibra generadora por lo que existen diseños de generadores de fibra que alcanzan los 50 kW [Tabernero, 2013]. Otra ventaja es que se trata de equipos relativamente compactos y de bajo coste.

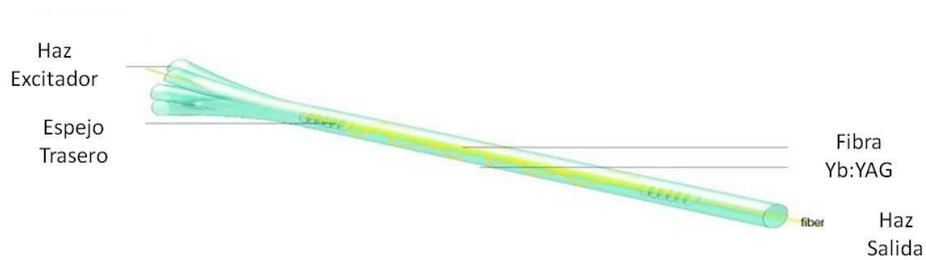


Fig.4.13 Esquema de láser de fibra

5. ESTADO DEL ARTE

5.1. Evolución y estado actual del proceso de aporte por láser

El aporte de material mediante láser o láser *cladding*, es un proceso que utiliza la energía procedente de un haz láser para generar un baño fundido muy localizado en un material base o substrato. En este baño fundido se inyecta un material de aporte que puede encontrarse en forma de hilo o de polvo, generándose una capa de material que puede tener un espesor de entre 0.05 mm y 2 mm, y anchuras de hasta 5 mm [Fallah, 2011]. Estas capas pueden superponerse unas con otras para generar todo tipo de geometrías, desde recubrimientos para protección de piezas críticas o incluso reparar zonas dañadas de elementos de alto valor. Por otro lado, es posible, mediante una estrategia y trayectorias premeditadas la sucesión de estas superposiciones de capas, para así fabricar piezas procedentes de un diseño CAD.

Existen diferentes formas de referirse a esta tecnología que depende principalmente de la empresa que lo comercializa o la patente que la proteja. En páginas posteriores, la tabla 1, expone diferentes denominaciones utilizados para el proceso de aporte de material mediante láser empleadas por diferentes organismos y empresas.

El interés que genera este proceso entre los centros de investigación y empresas es muy elevado. La razón es la gran ventaja que ofrece frente a los procesos convencionales de recubrimiento, reparación y fabricación directa de piezas. Además de la calidad del aporte, la baja dilución, la mínima distorsión térmica y la gran calidad superficial, es importante destacar que el uso de la tecnología láser permite un alto grado de automatización y facilita la integración del proceso en máquinas convencionales sin altos costes [Tabernero, 2013]. Todo esto hace que el aporte de material mediante láser sea un proceso versátil que ha sufrido desarrollos importantes desde su primera aplicación.

Se han dedicado grandes esfuerzos para poder utilizar esta tecnología como herramienta para solucionar los problemas que los procesos convencionales de fabricación no eran capaces de resolver.

Debido al desarrollo de los láseres de CO₂ de alta potencia, comenzó el estudio de la aplicación del aporte de material por láser. De esta forma, [Gnanamuthu, 1980] investigó para la Rockwell International Corp. la capacidad del aporte de material pre depositado para generar recubrimientos cerámicos en superficies metálicas. Al mismo tiempo, W.M. Steen comenzó sus estudios sobre el proceso, primero en el Imperial College de la Universidad de Londres y posteriormente en la Universidad de Liverpool, donde fundó uno de los mayores lugares de conocimiento del procesado láser en general, y del aporte de material en particular. Dicho centro permanece activo en la actualidad. [Steen, 1979]. En paralelo con Steen, el profesor J. Mazumber comenzó a estudiar para la Universidad de Illinois la modelización del proceso y su aplicación para la mejora de diferentes materiales en cuanto a su resistencia al desgaste y a la corrosión [Mazumber, 1986], [Singh, 1986].

Gracias a la formación de estos dos grandes grupos de investigadores, la década de los 80 llevó a la tecnología del aporte por láser a una de sus mayores evoluciones; estudio de proceso, aplicación, tecnologías relacionadas (refrigeración láser, alimentadores de polvo...) [Eboo, 1983]. Además, en esta época el aporte de material mediante láser empezó a llamar la atención del sector industrial como alternativa a procesos tradicionales de recubrimiento. Así, la primera aplicación industrial de este proceso fue la generación de un recubrimiento de alta dureza en un álabe, la cual fue desarrollada para Rolls Royce en 1981. Esta tecnología fue probada con éxito también por Pratt & Whitney en 1983 [Doran, 1987] lo que hizo que grandes fabricantes de motores aeronáuticos como General Electric iniciasen su desarrollo para incluirlos en sus procesos de producción.

En lo que a la automoción se refiere, fabricantes como Fiat [Blake, 1988] o Toyota [Tanaka, 1993], empiezan en esta época a utilizar el aporte de material mediante láser para recubrir con materiales de alta dureza superficies que requieren una gran resistencia al desgaste, como pueden ser los asientos de válvulas de los motores de combustión.

También en la década de los 80 adquiere una gran importancia la utilización del proceso en la reparación de piezas de alto valor añadido. Así, esta tecnología comienza a despertar el interés de la industria aeronáutica donde empresas como Huffman Corp. en Estados Unidos, Starrag en Suiza o Sultzer en Holanda, desarrollan sistemas para la reparación de diversos componentes de motores tanto aeronáuticos como navales e industriales, aumentando así la vida útil de estos [Macintyre, 1983], [Gaumann, 1998].

En los años 90, el desarrollo del proceso de aporte de material mediante láser comienza su andadura hacia la fabricación directa de piezas. En este ámbito, el grupo de Mazumber [Koch, 1993] desarrolla el primer sistema de aporte de material semi-industrial al que denominan *direct metal deposition* (DMD), capaz de fabricar piezas en dos y tres dimensiones reduciendo considerablemente los tiempos y costes de producción. A su vez, Precision Optical Manufacturing Inc. desarrolla el sistema POM para la fabricación directa de piezas. La licencia de este desarrollo fue adquirida por Trumpf en 2005, y actualmente, este sistema sigue siendo uno de los más extendidos y empleados. Al mismo tiempo, el grupo de W.M. Steen en la Universidad de Liverpool también trabajó en esta aplicación pero en este caso, Steen da un punto de vista más académico, proporcionando grandes avances en la comprensión del proceso [Murphy, 1993] , [Murphy, 1994].

Finalmente, en la última década se ha seguido profundizando en el estudio y la aplicación industrial del proceso de aporte de material mediante láser. Así, se han formado tres ramas principales de ésta tecnología: recubrimiento, reparación y fabricación directa. Sin embargo, los estudios se han enfocado mayoritariamente a la

optimización del proceso que a la aplicación de éste. Como conclusión directa de anteriormente citado, existen varias líneas de actuación en la optimización del proceso. Una de éstas es la puramente experimental, que consiste en obtener los parámetros óptimos para cada material, hasta la modelización del proceso, y conseguir de esta forma, dichos parámetros antes del procedimiento experimental. Así se podrían reducir costes de puesta a punto y tiempos de producción.

Otro aspecto que ha tomado gran importancia en los últimos tiempos es el del control en lazo cerrado durante el proceso. De ésta forma se consigue una “autovaloración” de los valores más importantes. Es decir, adquirir datos en tiempo real que permitan a un sistema de control ajustar parámetros de forma automática para así poder optimizar el proceso en cada instante.

Recientemente, ha sido el instituto Fraunhofer el que ha liderado los avances más significativos en esta materia gracias a su centro de investigación. Los esfuerzos se han dirigido principalmente al desarrollo de cabezales de aporte, sistemas de control y software para la generación de trayectorias. Cabe destacar un acuerdo reciente con Rolls Royce para reparar componentes de turbinas, tipo Blisk e Impeller, cuya complejidad geométrica implica una dificultad añadida a la hora de usar procesos de aporte de material para su reparación [ILT, 2012].

Por último, a nivel nacional cabe reseñar los avances que se han producido de la mano de la coalición Danobat S.Coop.-Ideko IK4, la cual ha instalado recientemente un sistema de aporte por láser para reparación de álabes de turbinas aeronáuticas para Iberia mantenimiento [Ideko-IK4, 2012].

<u>Denominación</u>	<u>Organismo/Empresa</u>
Láser Engineered Net Shaping (LENS)	Sandia National Laboratories
Direct Metal Deposition (DMD)	Universidad de Michigan Universidad de Missouri
Láser Direct Casting (LDC)	Universidad de Liverpool
Láser Consolidation	IMTI-National Research Council of Canada
Láser Powder Fusion (LPF)	Huffman Corporation
Láser Metal Forming (LMF)	LAMP-Universidad de Missouri Swiss Federal Institute of Technology
Directed Light Fabrication (DLF)	Los Alamos National Laboratory
Láser Powder Deposition (LPD)	LPRC-Universidad de Manchester
Automated Láser Powder deposition (ALPD)	Universidad de Waterloo
Solid Free-Form Fabrication	Universidad de Standford
Shape Deposition Manufacturing	Universidad Carnegie Melon Penn State University
Láser Rapid Forming (LRF)	Universidad de Shanghai Jiaotong

Láser Additive Manufacture (LAM)	AeroMet Corp.
Precision Optical Manufacturing (POM)	Pom Group Inc.

Tabla 1. Diferentes denominaciones utilizadas para el proceso de aporte de material mediante láser [Toyserkani, 2005].

5.2. El proceso del láser *cladding*.

5.2.1. Introducción.

Como se ha mencionado anteriormente el aporte láser o láser *cladding* es una técnica que emplea la energía de un haz láser para crear un baño fundido en una región determinada, generalmente muy pequeña, para acto seguido realizar el aporte de material pertinente. La radiación electromagnética es absorbida por el sustrato opaco, en nuestro caso, metales. Dependiendo del tiempo de interacción del láser con el material base, obtenemos procesos diferentes, dependiendo de la velocidad relativa del láser respecto al sustrato, generará un ciclo térmico diferente como se aprecia en la Fig. 5.1.

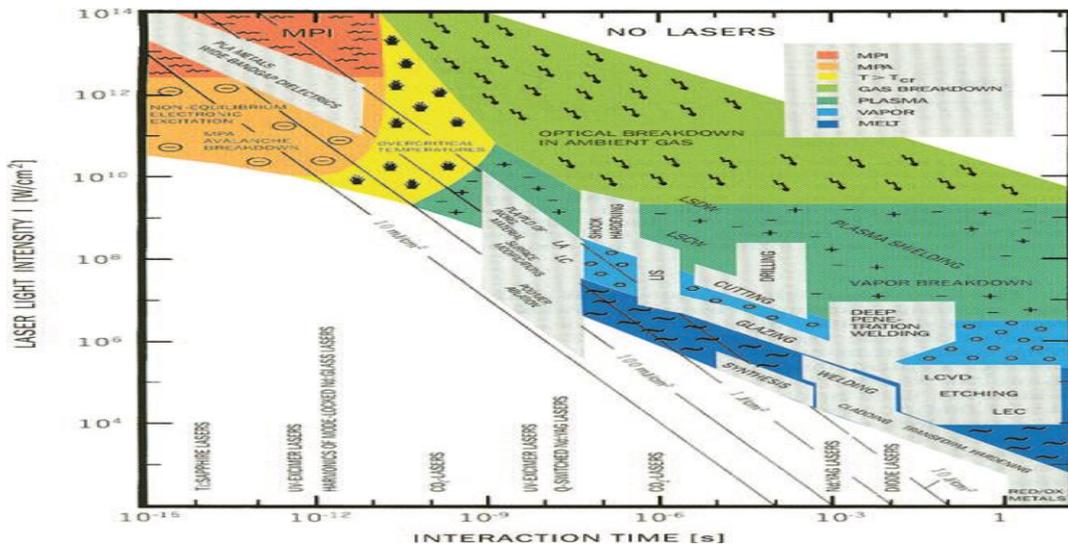


Fig.5.1 Fenómenos físicos derivados de la interacción del láser con el sustrato en función del tiempo y de la densidad de energía

Aunque se observan varios tipos de fenómenos físicos, el más utilizado es la solidificación rápida ya que con esta técnica se consigue una calidad estructural del

material superior. El láser *cladding* se encentra entre estos procesos importantes de láser.

Como se ha mencionado al comienzo de este apartado, el láser *cladding* utiliza un haz láser para generar un baño fundido localizado para acto seguido, añadir partículas metálicas en forma de polvo y sobre la superficie del substrato que es movido por un dispositivo de movimiento. Como consecuencia de esta adición se genera una fina capa llamada *clad* o cordón en el substrato.

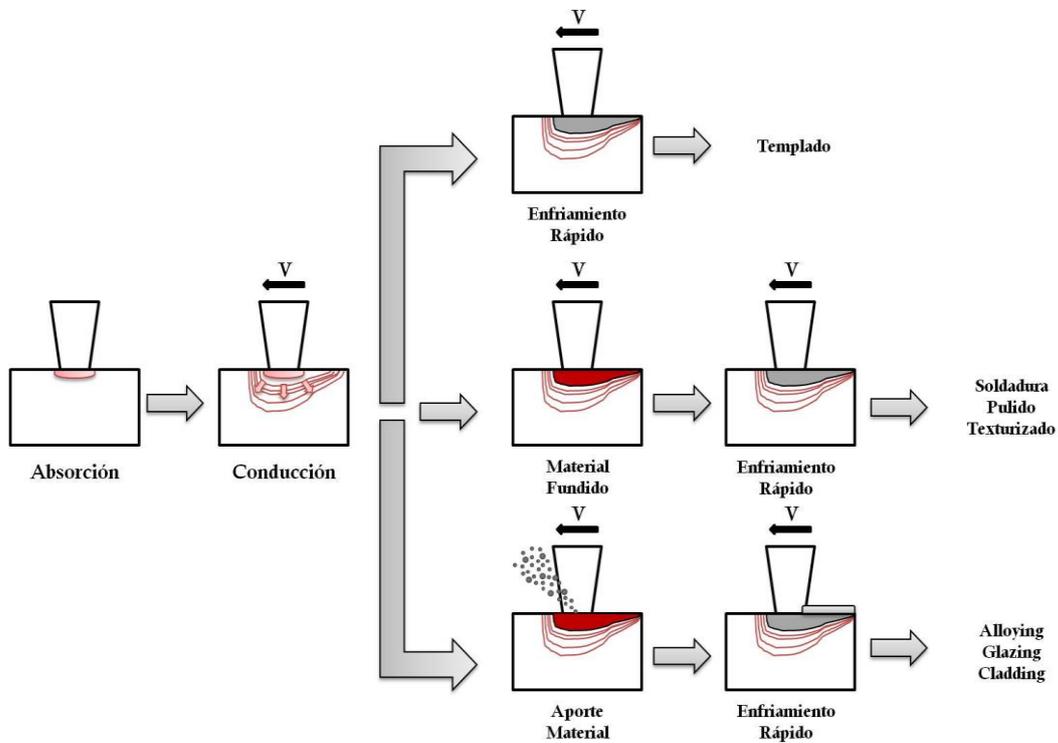


Fig.5.2 Posibilidades que ofrece el láser

5.2.2. Métodos del láser *cladding*.

Básicamente, el láser *cladding* dispone de dos técnicas diferenciadas:

1. Proceso en dos pasos (láser *cladding* predepositado)
2. Proceso en un único paso

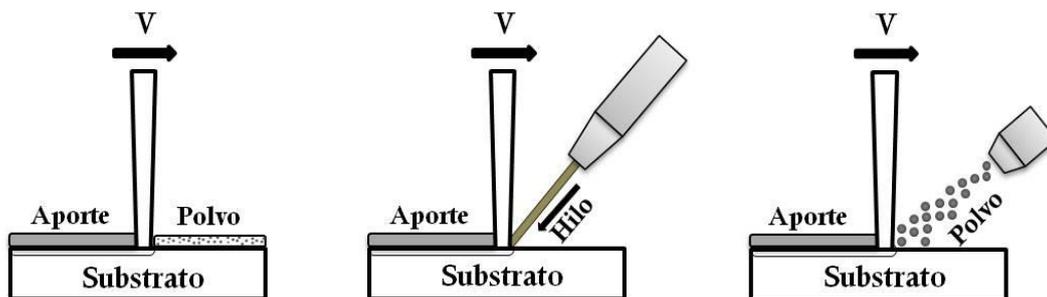


Fig.5.3 Procesos de aporte láser izda.) de dos pasos ctro.) y dcha.) de un único paso

5.2.2.1. *Preplaced* láser *cladding*

En el proceso de dos pasos la primera fase consiste en una capa de polvo destinado a convertirse en *clad* depositada en el sustrato antes de ser irradiada por el láser. Una vez el láser entra en escena, la capa de polvo pre depositado se funde con el sustrato, siendo ésta la segunda parte.

Este proceso llamado *preplaced caldding* es un proceso relativamente sencillo utilizado en su mayor parte para reparaciones y la fabricación de prototipos. En éste proceso las partículas en forma de polvo no sólo han de tener un alto grado de unión con el sustrato, sino con ellas mismas también. Además de esto, existe un gas de protección necesario para evitar la oxidación de la piscina de material fundido que se crea en el sustrato cuando el láser está activo, este gas suele ser argón generalmente.

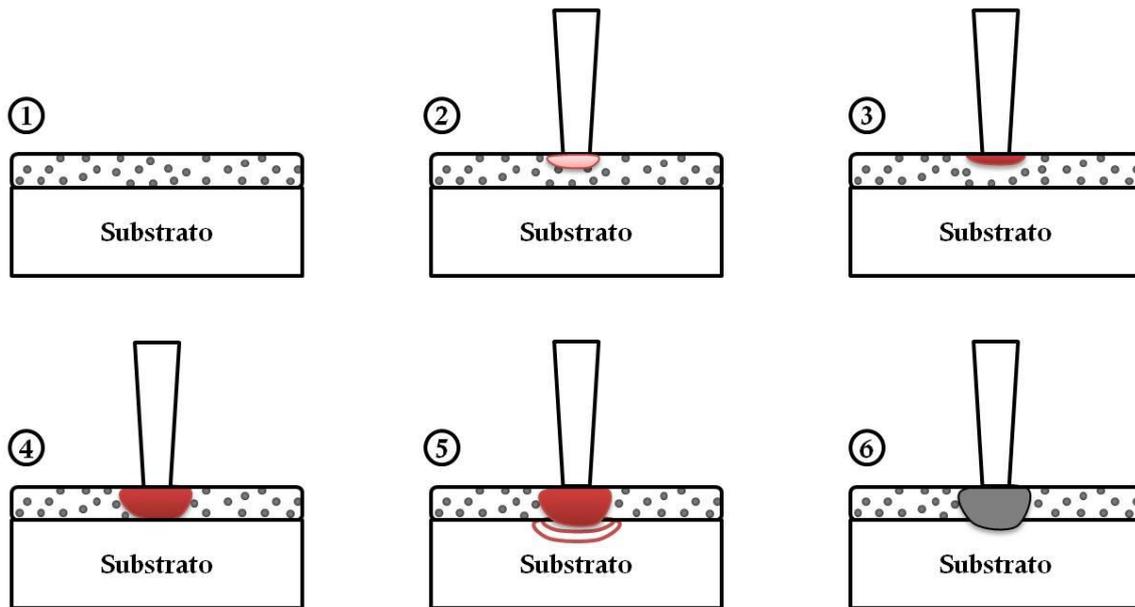


Fig.5.4. *Etapas del proceso de aporte pre depositado o pre placed láser cladding*

Para solventar estos dos problemas, generalmente se le añade a la pulvimetalurgia utilizada para el proceso un agente químico cuya misión es la de mantener unidas las partículas unidas mientras exista un flujo de gas protección. Sin embargo, este agente químico debido al calor del láser se evapora y esto genera la mayor desventaja de este proceso: el elevado grado de porosidad.

En el segundo paso de esta técnica del láser *cladding* ocurre lo siguiente:

1. Creación de una piscina de material fundido en la parte superior del substrato debido a la radiación del láser.
2. Expansión de esta piscina por el substrato debido al fenómeno de la conducción térmica.
3. Penetración del calor al substrato formando una unión.

El control de la expansión de este calor es muy importante para poder evitar una elevada dilución. Se le conoce a la dilución como la cantidad de substrato que se ha combinado con el clad debido a la transmisión del calor generado por la radiación láser [Toyserkani, 2005].

J.Powell, P.S. Henry y Steen W.M., llevaron a cabo un estudio en el año 1988 [Powell, 1988] acerca de cómo la profundidad del frente del clad variaba según la temperatura (potencia de salida del láser) y el tiempo de interacción de éste con el láser.

Sus conclusiones fueron que la dilución aumenta significativamente con la disminución de la velocidad de proceso, o lo que es lo mismo, el aumento del tiempo de exposición a la radiación láser.

5.2.2.2. Aporte de material mediante hilo o *wire feeding*

Como su propio nombre indica, el aporte por hilo utiliza hilo metálico como material de aporte. Debido a su sencillez, tanto los materiales como el proceso tienen un coste mucho más reducido. La facilidad a la hora de suministrar material al proceso se debe a que al estar el material en forma de hilo, puede colocarse en posición de manera sencilla. En lo que al material se refiere, al estar consolidada la soldadura por arco, existen muchos tipos de hilos metálicos, tanto en tipo de material como en diámetro, sin mencionar que el proceso de fabricación del hilo es mucho más sencillo que el de los polvos metálicos.

Así, existen hilos de gran variedad de materiales, diámetros y características, debido a su uso tradicional en procesos de soldadura. Además, como el hilo es un cuerpo rígido inyectado directamente en el baño fundido, las tasas de aporte conseguidas por este sistema son más altas y las eficiencias másicas son prácticamente del 100%, es decir,

todo el hilo aportado se convierte en cordón. Otra gran ventaja de esta técnica de aporte es que los alimentadores de hilo son equipos robustos y económicos.

El mayor problema de esta técnica es que el aporte tan solo se puede realizar de forma unidireccional, es decir, tan solo se puede aportar material en la dirección de inyección del hilo. Otra gran desventaja es la dificultad que supone la puesta a punto del proceso, ya que pequeñas desviaciones en el hilo pueden hacer que este se salga de la zona de interacción con el haz láser. De ser así, hace que el proceso se vuelva inestable, por lo tanto de material no se llevaría a cabo. Así, el proceso de aporte mediante hilo se utiliza mayoritariamente en piezas rotativas o para realizar recubrimientos en superficies de tamaño medio-grande [Taberner, 2013].

5.2.2.3. Láser *cladding* mediante aporte de polvo inyectado

En éste caso el proceso se caracteriza por la inyección de toberas del material a aportar. Ésta versión del proceso es la más extendida tanto por su calidad de acabado como por las posibilidades que ofrece al proceso. En la fig.5.5 se observan los tres tipos de inyección más comunes.

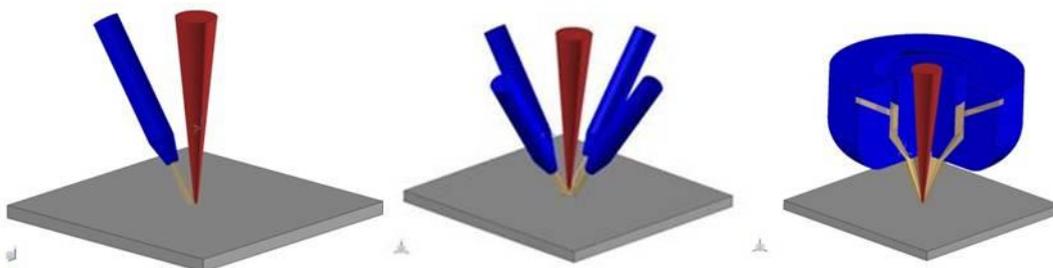


Fig.5.5 Configuraciones de boquillas de inyección de polvo para aporte de polvo.
Izda.) Lateral. Cetro.) Coaxial discreta. Dcha.) Coaxial Continúa

En la inyección lateral se tiene como ventaja principal la sencillez y la robustez del proceso. Sin embargo limita el proceso únicamente a la dirección de la de inyección (Fig.5.5.izda.), como ocurría con el aporte por hilo metálico. Para solventar este

problema, la solución adoptada es colocar varias toberas en diferentes posiciones para generar una superficie de aporte mayor de manera coaxial (Fig.5.5. cto). Al ser estas toberas discretas, a esta nueva manera de inyección se la denominó inyección coaxial discreta.

El siguiente paso fue conseguir un cono de aporte continuo, y poder así disponer de una superficie más precisa de aporte. Aunque los anteriores sistemas tienen ventaja en cuanto a sencillez y economía, las boquillas coaxiales continuas (Fig.5.5. dcha.), disponen de una precisión y optimización mayores que las anteriores. Se componen de dos conos que llevan el polvo para el aporte justo al lugar deseado de manera coaxial al haz láser.

La particularidad que tiene este proceso, sacado como conclusión directa de lo anteriormente dicho, es la necesidad de crear un elemento capaz de llevar el polvo al lugar de aplicación del calor del láser. Este proceso se consigue con la aparición de las boquillas. Éstas, son el objeto más protegido a nivel de patentes, puesto que las condiciones que generan para el proceso de aporte pueden hacer que varíen mucho las características del cordón. Más adelante se expondrán las características de cordón.

5.2.3. Características principales del cordón

Independientemente de la técnica de aporte utilizada, el resultado del aporte de material es un cordón que posee unas características geométricas que dan una idea tanto de la calidad del cordón como de la eficiencia del proceso. En la fig.5.6 se muestra la geometría de un cordón de aporte y el resultado de su medición. Así, a continuación se explican las principales características de los cordones [Tabernero, 2013]:

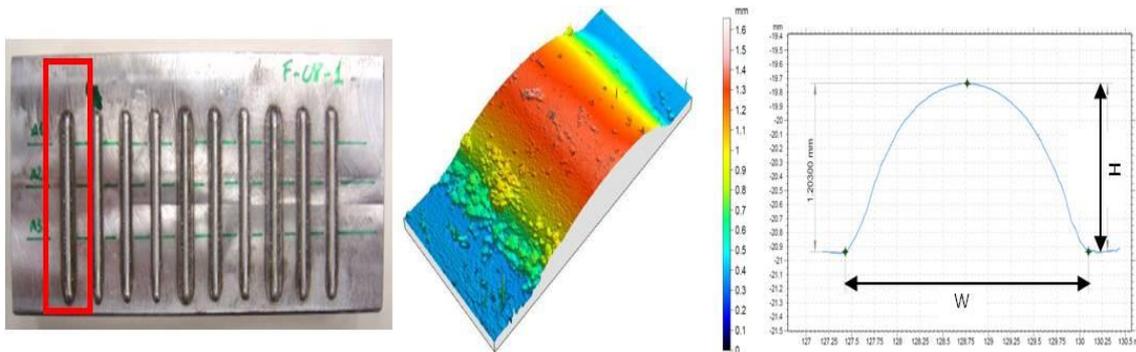


Fig.5.6 *Izda.) Cordones de aporte por láser. Ctro.) Medida completa de la topografía. Dcha.) Medida de una sección. [Tabernero, 2013]*

- **Anchura de cordón (W):** Es la anchura de cordón medida en milímetros y suele ser similar a la anchura de la zona fundida en el material base. En general, esta medida no varía significativamente a lo largo del cordón, aun así, se suelen tomar varias medidas y se toma como anchura del cordón la media de éstas.
- **Altura de cordón (H):** Mide la altura del cordón aportado midiéndose también en milímetros. Depende, como ya se ha comentado, del flujo másico de material de aporte. Al igual que la anchura de cordón se realizan varias medidas para dar un valor medio de la altura alcanzada por el cordón. En este caso sí puede existir mayor variación de este parámetro a lo largo de un mismo cordón.
- **Profundidad de cordón (b):** Es el espesor de material base que se ha fundido y se ha mezclado con el material de aporte. Es un indicador de la dilución resultante tras el proceso. A medida que se incrementa esta profundidad, se incrementa la unión del cordón aportado y el metal base.
- **Ángulo de mojado (θ):** Es el ángulo que forma la superficie del cordón con la superficie del material base en la intersección entre ellas. Este valor es de gran importancia a la hora de solapar cordones ya que un ángulo de mojado inadecuado

puede generar porosidades en la zona de solape. Debido a que este parámetro no es de cálculo inmediato se suele tomar la forma del cordón como triangular obteniendo un valor aproximado del ángulo de mojado, tal y como se muestra en la EC (28).

$$\theta = \arcsen\left(\frac{H}{\sqrt{W^2 + H^2}}\right) \quad (29)$$

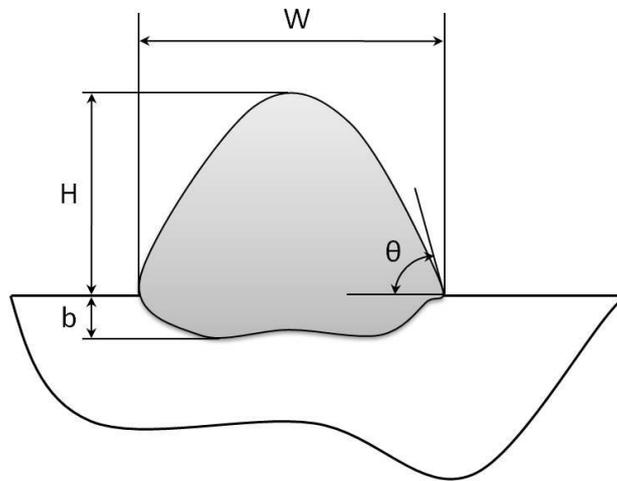


Fig.5.7 *Esquema de un cordón y sus medidas*

Además de estas características puramente geométricas, la calidad del cordón aportado se puede cuantificar con la dilución. Ésta se define como la distancia que el aporte penetra en el material base y da una idea la profundidad del baño fundido y del daño térmico generado en la pieza. Generalmente, la dilución se calcula como la profundidad del cordón dividida entre la altura total del este [Tabernero, 2013], [Toyserkani 2005].

$$d = \frac{b}{H + b} \quad (30)$$

5.3. Superaleaciones

Una superaleación, o aleación de alto rendimiento, es una aleación que exhibe una excelente resistencia mecánica y a la fluencia, resistencia a altas temperaturas, estabilidad y una gran resistencia a la corrosión y la oxidación.

El comienzo de los estudios sistemáticos de aleaciones de alta temperatura se produce a finales de la década de 1930 ligado al desarrollo de aviones con motores de turbina de gas. El desarrollo se ha basado en gran medida en innovaciones químicas y de proceso y ha sido impulsado principalmente por las industrias aeroespaciales y de energía.

Las aplicaciones típicas son en el sector aeroespacial, de turbinas de gas industrial y la industria de turbinas marinas, por ejemplo, álabes para las secciones calientes de los motores a reacción, válvulas bi-metálicas de motor para su uso en motores diésel y aplicaciones de automoción.

5.3.1. Inconel 718[®]

Se trata de una superaleación termo-resistente utilizada principalmente en puntos calientes de diversos ámbitos de la industria como de la propulsión. El Inconel 718[®] es una precipitación endurecible por tratamiento térmico con unas excelentes prestaciones ante la corrosión, oxidación, buena maleabilidad y propiedades de deformación por fluencia lenta y soldadura excelentes. [Zhang, 2013].

Además, a esta superaleación puede añadirse niobio, material que endurece el material a medida que sus horas de servicio aumentan, lo que le da al Inconel 718 propiedades adicionales de dureza y de resistencia a la fatiga a temperaturas superiores a los 700°C [Zhuanga, 2014].

5.3.2. Inconel 625[®]

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, las aleaciones en base Ni son especialmente resistentes a las altas temperaturas y a los fenómenos de corrosión y oxidación que ocurren. Se resalta la superaleación Inconel 625 por ser ésta especialmente resistente a la corrosión del agua del mar. Por lo general, se utiliza este material en industrias petroquímicas debido a su alta resistencia al ataque corrosivo de ciertos ácidos [Poza, 2014]. Del mismo modo se utiliza en las plantas de generación de energía.

K.P. Cooper *et al* estudió el comportamiento de este material en un medio salino durante un año. Las muestras fueron sometidas a la corrosión marina durante un año y de manera simultánea en el mismo útil para el ensayo.

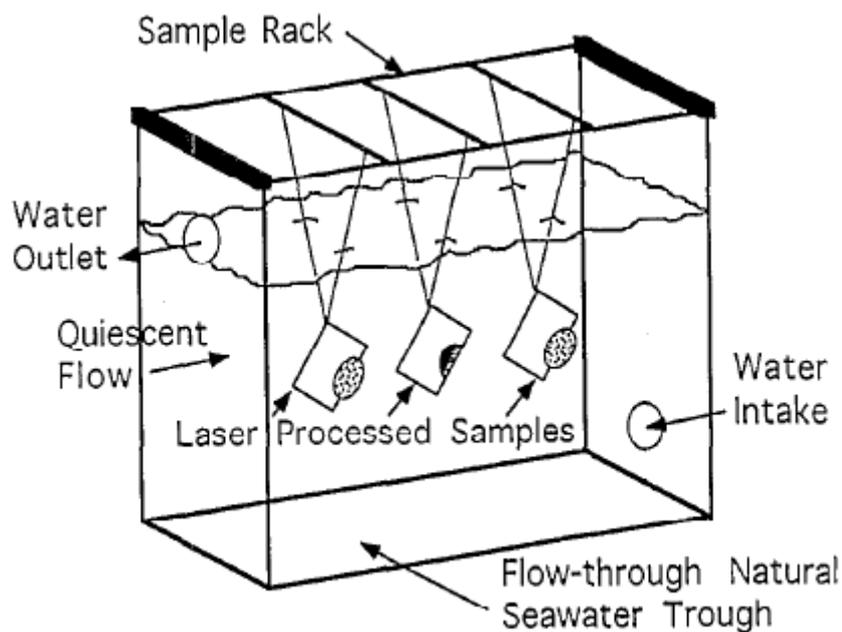


Fig.5.8. Útil del para el experimento de la corrosión de agua marina con las muestras suspendidas [Cooper, 1996].

Sus conclusiones desvelan la resistencia añadida que aporta el Inconel 625 a varios tipos de aleaciones metálicas (acero, Ti...) [Cooper, 1996]. Es por tanto una línea futura

clara. El recubrimiento de pintura en toda embarcación que transite el agua salada del mar, es susceptible a la corrosión que ésta genera. En un futuro será reemplazado por aceros de bajo contenido en carbono recubiertos de esta superaleación, prolongando así el tiempo que puedan navegar sin entrar en dique seco para el *overhauling* pertinente del caso (limpieza, repintado...).

5.4. Aplicaciones del láser *cladding*

Como se ha venido mencionando durante el texto, el láser *cladding* se ha venido utilizando mayoritariamente en la reparación, recubrimiento y más recientemente la fabricación directa de piezas. En la revisión del estado del arte de Vollertsen [Vollertsen, 2005] se ve como se repara un cigüeñal de un motor diésel mediante el láser. Además, el láser *cladding* se extiende a muchos más campos que no sólo el de la reparación. Los recubrimientos de carburos de todo tipo de materiales son aportados en los substratos deseados formando así finas capas de recubrimientos de todo tipo de propósitos.

Otra aplicación realmente interesante es la del micro-nano *cladding*. Como su nombre indica, se trata del aporte de material a nivel micro estructural para formar dichas estructuras en una zona deseada. Es un campo que generará un gran avance y que investigadores de todo el mundo han comenzado a abordar [Zhong, 2005].

Además, la facilidad para la automatización y control del proceso hacen que el láser *cladding* tenga una versatilidad muy elevada, permitiéndole abordar cualquier campo de la manufactura. Si bien el procedimiento y sus estrategias para la fabricación directa no están muy arraigadas en la industria debido a la especial requerida para llevar a cabo el proceso (materia prima en polvo...), ofrece una ventaja significativa a la hora de fabricar piezas clave, reparar las mismas o dotarlas de recubrimientos que den al producto una ventaja notable en su vida útil.

En la actualidad naval, se ha tratado de reparar un cigüeñal de un motor diésel marino. Más específicamente en la parte de la muñequilla, donde la posible causa de la avería haya sido el fallo de la lubricación [Torins, 2015].

Torins *et al*, diseñaron un equipo de laboratorio para poder reparar *in-situ* la zona dañada del cigüeñal. Como consecuencia de la altísima exigencia mecánica a la que están sometidos los cigüeñales en el ámbito marítimo, éstos requieren reparaciones de manera constante. Por desgracia, como bien es sabido, el cigüeñal hoy en día es imposible repararlo a bordo.

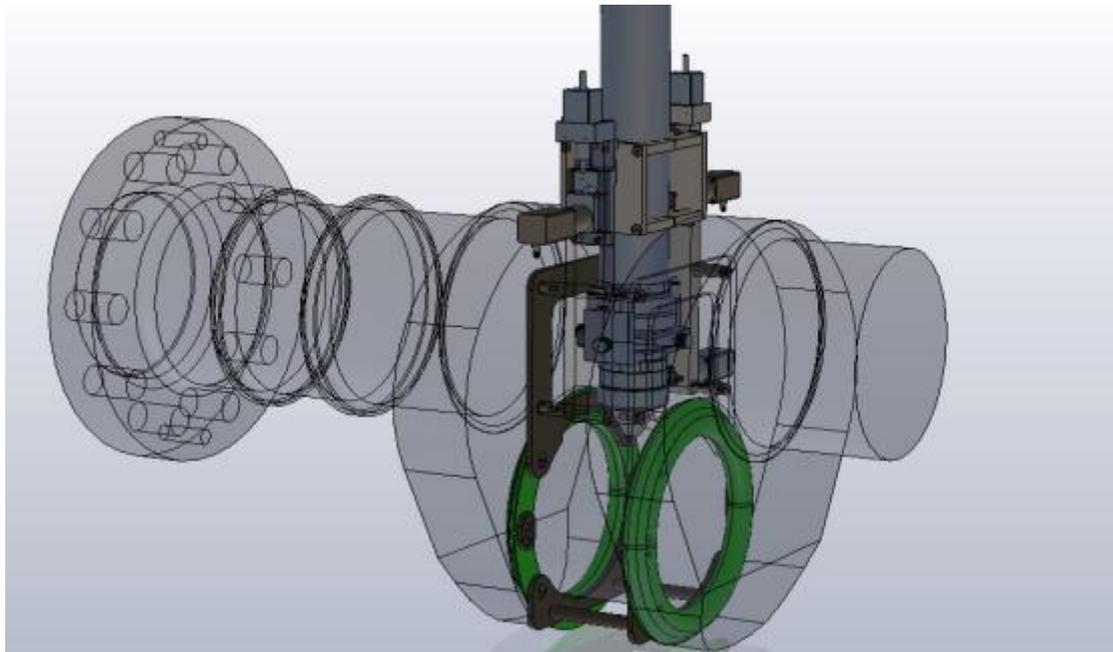


Fig.5.9. Prototipo de láser cladding para la reparación in-situ del cigüeñal marino
[Torins, 2015].

Ésta técnica nos ofrece la posibilidad de hacerlo. Sin embargo, esto aún no está muy bien visto por las sociedades de clasificación. Por ejemplo, Det Norske Veritas – Germanischer Lloyd (DNV-GL) no aceptan esta técnica, ya que consideran que en las zonas críticas del cigüeñal el recubrimiento mediante láser *cladding* o cualquier tipo de método de aporte de material no es el adecuado. Permiten esta técnica en zonas de

menor criticidad pero siempre con la autorización DNV HQ [Nowotny, 2003]. Del mismo modo, tanto Bureau Veritas, como Lloyd's Register no aceptan esta técnica como válida para la reparación de zonas dañadas de los cigüeñales de los motores registrados en sus sociedades. Bureau Veritas recomienda consejo a los fabricantes, mientras que la Lloyd's dice que deberán ser reparados según sus instrucciones, ya que al ser un proceso que implica una fusión de materiales, pueden quedar zonas endurecidas por el calor y así formarse tensiones residuales [Torins, 2015].

6. DESARROLLO

6.1. Introducción

A continuación se procede a describir el proceso de fabricación de la pieza, así como el material utilizado para ello: maquinaria, útiles, herramientas etc... El presente proyecto, fue planteado como un reto. Un reto en busca de la manera de crear una pieza que fuese vistosa y funcional, pero sobre todo, que encontrase una manera de crear una pared delgada mediante el aporte láser.

En lo que puede abarcar un TFG, se ha buscado la manera de generar las estrategias de aporte más adecuadas, las que diesen un crecimiento constante de la pieza manteniendo el espesor de ésta. Esto, se puso a prueba con un álabe y se alcanzó una altura de 30mm. No obstante no salió como se esperaba.

Las irregularidades, e incluso partes del álabe que se salían de las tolerancias debido a la inestabilidad del proceso fueron demasiado sensibles como para que después de un mecanizado pudiesen desaparecer. Estas irregularidades mencionadas pueden tener procedencia muy variada, desde una mala colocación de la pieza, a una mala colocación del útil de trabajo o por una selección de estrategias inadecuada que hace que el propio proceso irregularice la pieza.

Durante éste capítulo se expondrá el proceso de fabricación llevado a cabo para que la pieza tuviese unas condiciones aceptables. Por supuesto, aún quedaría muchísimo trabajo por hacer si se quisiese implantar en producción ya que requiere tiempo y además, como se menciona con anterioridad en este trabajo, los porcentajes máxicos del aporte láser rondan el 20% de eficacia, lo cual hace que ésta técnica no sea atractiva a ojos de la producción. No obstante el resultado fue un éxito en lo referido al crecimiento en altura de la pieza y en la uniformidad de crecimiento de la misma.

6.2. Objetivos.

El objetivo de este apartado es la creación de una geometría en tres ejes, en este caso un álabe de turbina, mediante manufacturación aditiva. En ésta caso, la herramienta principal para esta fabricación es la técnica conocida como aporte láser o láser *cladding*.

Para éste trabajo, los objetivos son los que siguen:

- Fabricar, mediante CAD/CAM un álabe utilizando el aporte láser.
- Encontrar los parámetros para que éstos den estabilidad al proceso y así conseguir un crecimiento uniforme.
- Hallar las estrategias apropiadas de aporte para que las paredes mantengan un espesor constante.

Debido a que hoy en día las investigaciones y los artículos académicos están más orientados a la modelización del proceso y no a la de la fabricación directa de piezas [Tabernero, 2013], el ensayo y error ha sido la principal fuente de información para la realización de éste proyecto.

6.3. Instrumentación y materiales.

Este proyecto se ha llevado a cabo en un centro de mecanizado reconvertido en un centro de 3+2 ejes continuos llamado Kondia Aktinos 500. Dispuesta con un control numérico Fagor 8070, cuyas características se describen en las siguientes tablas:

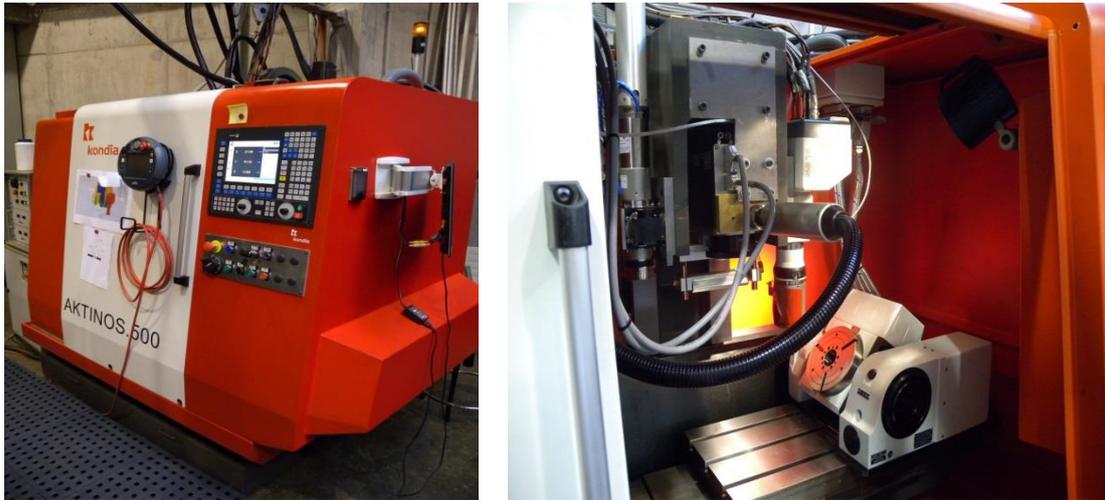


Fig.6.1. *Kondia Aktinos 500*[Tabernero, 2013]

Control Numérico	FAGOR 8070
Cursos (X/Y/Z ; A/C)	560/380/380 mm ; - / -
Superficie de Trabajo	700 x 360 mm
Velocidad Avance	Max. 15.000 mm/min
Precisión de Posicionamiento	± 0.01 mm
Repetibilidad	± 0.005 mm
Resolución	0.001 mm

Tabla 2. Características de control numérico Fagor 8070

El láser utilizado para este proyecto es el láser de Rofin-Sinar FL010 de fibra de 1 kW de potencia de salida. Sus características y dimensiones se detallan en la siguiente tabla:

	Láser de Fibra	
	Modelo	ROFIN FL010
	Potencia	1.000 W
	Longitud de Onda	1.080 ± 10 nm
	Tamaño de Haz (focalizado)	600 µm
	Cinemática	Kondia @ktinos-500

Tabla 3 *Características del láser FL 010 de rofin-sinar.*

Ya que la técnica empleada para el aporte ha sido el polvo inyectado, se ha utilizado un alimentador Sulzer twin-10c cuyas características se detallan a continuación

	Alimentador de Polvo	
	Modelo	SULZER TWIN 10C
	Flujo Polvo	2 - 150 g/min
	Tamaño Polvo	2 - 200 µm
	Gases	Argón Nitrógeno
	Presión Gas	Max. 4 bar

Tabla 4. *Características de alimentador de polvo Sulzer twin 10C*

Como la pieza está hecha de Inconel© 718 a continuación se detalla sus componentes principales según la norma UNS N07718;

	Boquilla de aporte	
	Modelo	EHU/Coax 2015
	Tipo de boquilla	Coaxial continua
	Presión de gas	Max. 4 bar
	Tipo de gas	Argón Nitrógeno
	Flujo de polvo	2-150 g/min

Tabla 5 Características de la boquilla EHU/Coax 2015

Ni	Fe	Cr	Cu	Mo	Nb	C	Mn
50.00- 55.00	Sobrant e	17.00- 21.00	.30 max	2.80- 3.30	4.75- 5.50	.08 max	.35 max
P	S	Si	Ti	Al	Co	B	
.015 max	.015 max	.35 max	.65-1.15	.20-.80	1.00 max	.006 max	

Tabla 6. Principales componentes del Inconel© 718[Tabernero, 2013]

6.4. Fabricación.

A continuación se expone el proceso que se ha seguido para la obtención del resultado final. Este ha sido un trabajo que ha incluido disciplinas muy variadas, desde la propia

fabricación hasta el diseño y programación de unas trayectorias previas mediante el programa Siemens NX.

Comenzaremos por describir los orígenes. La primera idea fue la de crear un álabe macizo, sólido, sin aberturas. Esta idea sobre el papel tenía mayor facilidad de llevarse a cabo que cualquier otra, puesto que la superficie de aporte, vital en este proceso, se mantendría uniforme al no verse limitada la pieza por una pared de espesor determinado.

Acto seguido, surgió la idea de realizar la misma geometría pero aplicándola un vaciado, dejando la pared exterior con espesor aproximado de 4mm. Es éste espesor el que plantea el reto que se mencionó con anterioridad. La superficie de aplicación tiene que ser lo más amplia posible para que así el cordón pueda aplicarse de manera íntegra y no perder espesor de pared conforme la pieza crece.

6.4.1. Selección de los parámetros de proceso

Para la selección de los parámetros de potencia y velocidad de avance necesarios para el polvo de Inconel 718 se han llevado a cabo una serie de ensayos combinando los parámetros de la siguiente tabla de ensayos siguiendo la siguiente tabla.

Potencia (W)	500 - 600 - 700
Velocidad Avance (mm/min)	200 - 400 - 600
T ^a Polvo (°C)	50 - 60

Tabla 7 Parámetros de potencia velocidad de avance y temperatura de polvo

En la siguiente tabla se han expuesto los porcentajes de eficiencia másica

Potencia (W)	Flujo Másico (g/min)	Material Inyectado (g)	Masa útil de aporte (g)	Eficiencia (%)
500	4,2	2,1	0,33	15,71
600			0,36	17,14
700			0,46	21,90
500	5,3	2,6	0,51	19,25
600			0,54	20,38
700			0,61	23,02
500	8,5	3,3	0,75	23,08
600			0,71	21,85
700			0,74	22,77

Tabla 8 Resultados de los ensayos másicos

En la siguiente figura se muestran Imágenes de distintos ensayos experimentales

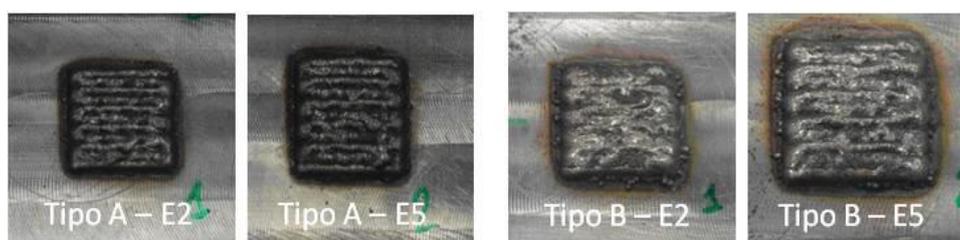


Fig.6.2 Distintos experimentos

Una vez definidas las condiciones óptimas de potencia (650W), avance (525mm/min) y flujo másico (7.88g/min), se ha analizado el efecto de trabajar sin compensar la distancia focal a medida que se solapan cordones. En la siguiente tabla se muestra el efecto de trabajar fuera de foco.

Z+ (mm)	NÚMERO CAPAS	ALTURA CORDÓN	ALTURA CAPA (mm)		DESVIACIÓN (%)	CAPAS Max.
0,1	3	0,561	0,187	0,170	69,84	42
	6	0,917	0,153			
0,2	3	0,519	0,173	0,168	15,80	94
	6	0,983	0,164			
0,3	3	0,491	0,164	0,161	46,26	22
	6	0,952	0,159			
0,4	3	0,494	0,165	0,157	60,71	12
	6	0,898	0,150			
0,5	3	0,461	0,154	0,150	70,04	8
	6	0,875	0,146			

Tabla 9 *Resultados del efecto de los ensayos fuera de foco [Tabernero, 2013]*

Tal y como se observa en la tabla anterior es necesario compensar la altura del cordón para conseguir un resultado adecuado. Dicha compensación ha sido de 0,2mm.

6.4.2. Selección y diseño de geometría representativa

Como pieza demostrador de la tecnología de aporte se ha optado por trabajar con una geometría tipo álabe. Se trata de un tipo de geometría compleja típicamente asociada a la fabricación de turbomaquinaria y que a lo largo de la vida en servicio sufre un desgaste significativo. Se trata de un tipo de pieza de alto valor añadido en la que hasta la fecha se emplean técnicas de recargue manual de material.

Este tipo de proceso da lugar a distorsiones y tensiones térmicas que generan problemas. El aporte láser es una alternativa al proceso manual de recargue pero presenta complicaciones debido a la complejidad geométrica. Por ese motivo se ha optado por esa geometría como objetivo de aplicación de la tecnología de láser *cladding*.

Para crear la pieza, se ha utilizado el módulo de CAD del programa Siemens de NX©. Esta operación consta de varios pasos:

- En un punto cualquiera del plano X-Y, crear una circunferencia de diámetro D.
- En el extremo de una recta que pase por el centro de la circunferencia anterior de una distancia determinada, establecer un punto.
- Seleccionar la operación “arco por tres puntos” y establecer como puntos iniciales un punto de la parte superior del perímetro de la circunferencia y el punto definido previamente. Realizar lo mismo con la parte inferior de la circunferencia.
- Insertar una elipse con centro igual al de la circunferencia y diámetro menor igual al diámetro de la circunferencia.
- Introducir la restricción geométrica de tangencia para que todo sea tangente.
- Cortar las partes sobrantes de la elipse.

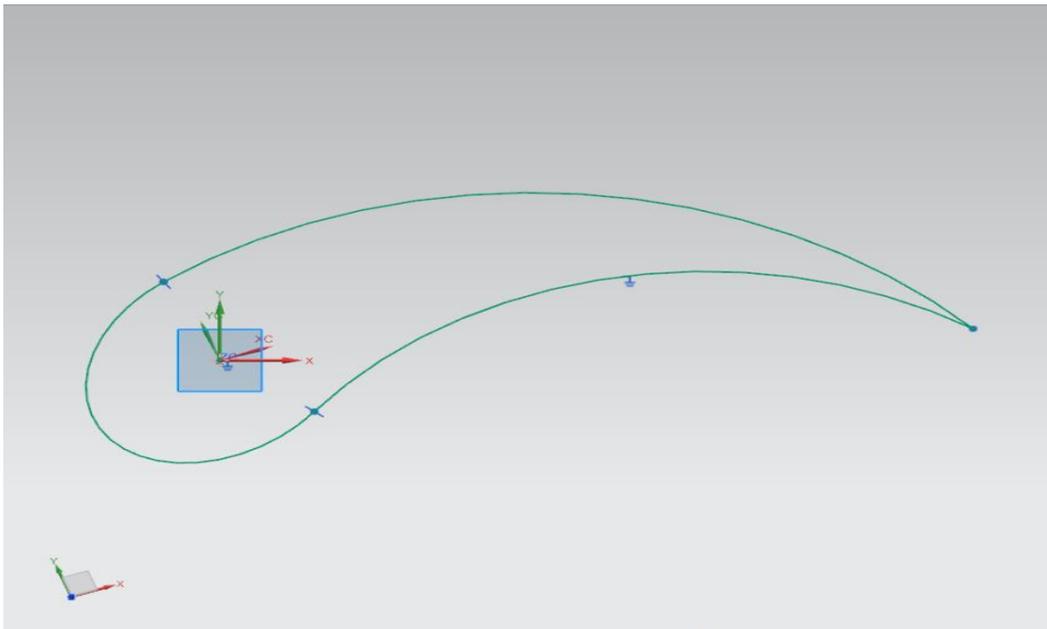


Fig.6.3 Boceto del álabo

Con esto, se obtiene el boceto de la cara del álabo. Se dispone así, de la base que se utilizará para crear el cuerpo de la pieza mediante una extrusión. La altura puede ser la deseada, ya que si la pieza es excesivamente grande, es posible escalarla.

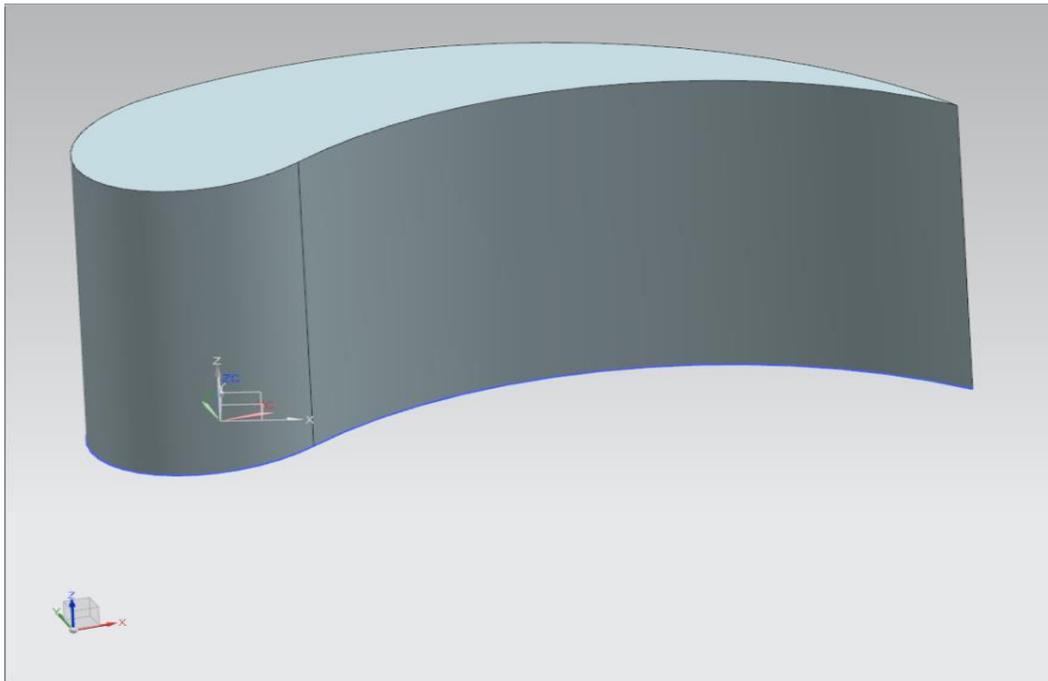


Fig.6.4. Álabe extruido

Terminada la extrusión y el escalado de la pieza se comienza con los redondeos y el vaciado. El comando de vaciado ofrece la opción de, introduciendo directamente el espesor de pared final, ejecutar la operación. Como se han hecho converger dos arcos de circunferencia en un punto, la cola del álabe debe ser redondeada. Por lo tanto se le da un radio de curvatura a la parte exterior y a la parte interior. Una vez hechas estas operaciones, el cuerpo queda completado.

El siguiente paso es el CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Con la ayuda del CAM, se obtienen las trayectorias necesarias para que el control numérico ordene y controle el proceso de tal forma que se obtenga la forma que deseamos. Para ello, se utilizó la operación “*Floor wall*”. Con esta operación, se consiguen las coordenadas lineales de la cara superior de la pared que define el álabe.

En este punto se encontró un problema. La estrategia definida fue la de no apagar el láser en toda la trayectoria. Para ello se ideó una estrategia que fuese de la parte más

interna de la pared a la más externa, o viceversa siempre de forma paralela a la periferia. El problema residía en el software que, creaba unas trayectorias no deseadas, ya que no se mantenían paralelas a la periferia.

La razón de este comportamiento se debe a que la pared admitía un cierto número de trayectorias. Ya que se estimó que la anchura del cordón era aproximadamente de 1.03mm, sólo entraban 4 trayectorias. Hasta aquí todo parece en orden, sin embargo, en la parte de la cola no era así. Los radios de curvatura, al tener el mismo valor, creaban una superficie de mayor longitud en la recta que una los dos centros de curvatura, el centro de la cara exterior y el de la cara interior y por tanto, el programa creaba trayectorias “de relleno” en las zonas que no podían ser rellenadas debido a las restricciones aplicadas.

La solución que se adoptó, fue modificar los radios de curvatura hasta conseguir una pared de 4mm de espesor en la cola de álabe. Así, el resultado es el siguiente:

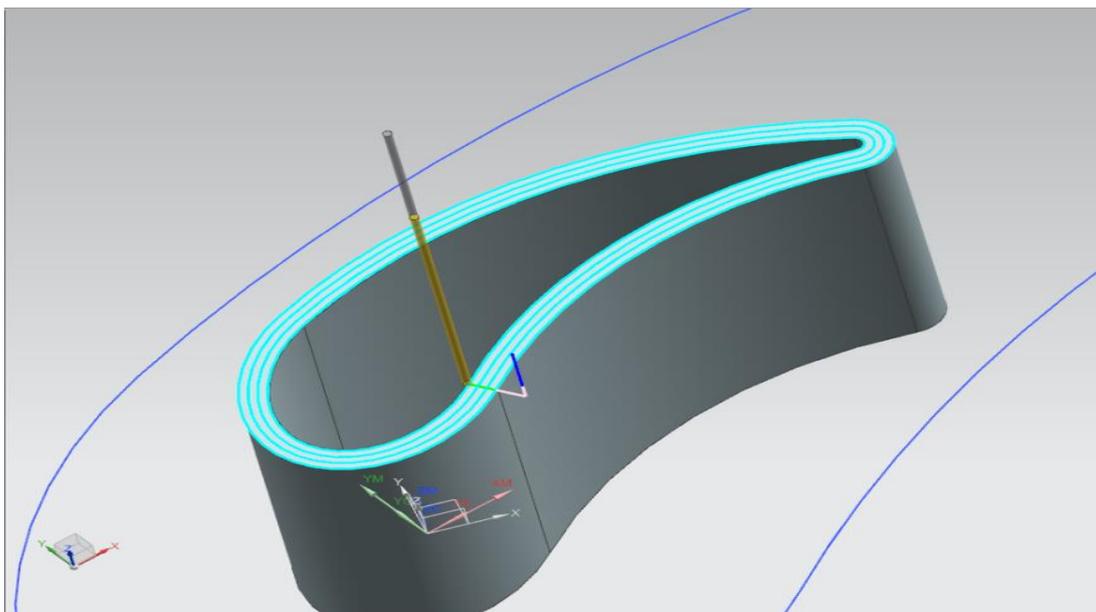


Fig.6.5 Trayectorias para el aporte

6.4.3. Preparativos y primera prueba

Con las trayectorias debidamente programadas, se post-procesa el CAM para así obtener las coordenadas que seguirá el control numérico. Se introducen los comandos M04 y M05 (encender y apagar el láser respectivamente) y el M30 para finalizar el programa. Por otro lado, es necesario un útil para afianzar el substrato. Tanto el útil como el substrato se muestran a continuación.



Fig.6.6 Útil y substrato utilizados

Una vez el substrato está en posición, se hayan tomado las medidas de prevención adecuadas para que la boquilla no choque contra nada y que la pieza entre sin problemas en el substrato, se ejecuta un programa que realiza las 4 trayectorias del primer nivel. Para una información más detallada de la estrategia, consulta el anexo I.1. El resultado se muestra en la figura 6.7.



Fig.6.7 Primera prueba

Como puede apreciarse en la Fig.6.7., el aporte está rectificadado. Este rectificadado tiene dos propósitos: Primero, comprobar posibles poros debido a poca potencia y por tanto mala unión entre los cordones y segundo, para conseguir la superficie de aporte más plana y uniforme posible.

La principal falla, fue un “menisco” que se formó en el cambio de la trayectoria. Para pasar de una a otra, se creó un pequeño escalón y de esta manera el láser no se tendría que apagar en ningún momento. Este menisco se detalla en la figura siguiente:



Fig.6.8. Detalle del “menisco” en el cambio de trayectoria

La solución a este problema consistió en dispersar los puntos de inicio del láser. De esta forma se abandona la idea de no apagar el láser durante el proceso. Así, y con la ayuda de un Excel, se dispersan los puntos donde el láser comienza cada trayectoria. Consultar el anexo I.2 para más detalles. La figura 6.9 demuestra el resultado de la nueva estrategia:



Fig.6.9. Solución al problema del “menisco”

Como puede apreciarse en la Fig.6.9., el problema del menisco que aparece en la Fig.6.8. desaparece, dejando así todo preparado para el proceso definitivo.

6.4.4. Automatización del proceso y primeras capas

Siendo válida la estrategia de la prueba inicial por el buen resultado obtenido, se decide empezar la fabricación. La estrategia que se sigue, se basa en ir desde la pared interior hasta la exterior con los puntos de inicio y final del cordón dispersos por la geometría para evitar “meniscos”. El crecimiento de la primera capa es de 1mm, mucho mayor de lo esperado inicialmente. No obstante, conforme avanzaba el proceso, el crecimiento por capa disminuía a una altura de entre 0,6 y 0,8 mm por capa.

Como se tardaría mucho en hacer la pieza capa a capa, se introdujo en la propia máquina una orden de repetición con un incremento paramétrico de la altura de la boquilla con respecto a la superficie de la pieza. La distancia que siempre se pretende mantener es de 12 mm con respecto a la pieza, así, calculando un crecimiento promedio, se consigue mantener la distancia de 12 mm constante durante todo el proceso.



Fig.6.10. Detalle del crecimiento del álabe.

Anteriormente en este apartado se ha mencionado la vitalidad del rectificado para el correcto crecimiento de la pieza. Esto se debe a que el cordón no es perfectamente plano y por tanto la superficie de aporte no es la adecuada para que el crecimiento, aunque no sea de 1mm por capa, se ha procurado que al menos fuese lo más uniforme posible, ya que una irregularidad en una de las capas incrementa su notoriedad de manera exponencial según se le añaden capas.

Así pues, se ha optado por realizar cuatro capas por nivel. Esta decisión se ha tomado en base a lo citado en el párrafo anterior y a que la boquilla de aporte, al estar fabricada en aluminio, tiene menor resistencia al calor. Además, al no funcionar el circuito de refrigeración líquida, hay que refrigerarla con aire, hecho imposible de realizar durante el aporte, ya que el argón de impulsión del polvo y el argón de protección impiden que se refrigere la boquilla.

Por lo tanto, el objetivo del rectificado es, dar tiempo a la boquilla para refrigerarse y a su vez, aplanar la superficie de la pieza para que el siguiente nivel de aporte se lleve a cabo sobre una superficie homogénea.

Sin embargo, a medida que iba creciendo la pieza, iba perdiendo espesor, y además la geometría comenzaba a converger en vez de mantenerse recta. Este problema parecía tener difícil solución ya que se había preparado con mucho mimo todos los detalles para que la pieza creciese recta y sin inconvenientes.



Fig.6.11. Rectificadora hidro-precis

Además, una mala sujeción del utillaje hizo que se desplazase, dejando la pieza inservible siendo necesario reiniciar todo el trabajo. En este momento se comenzó a diseñar una nueva estrategia que diese estabilidad al proceso.

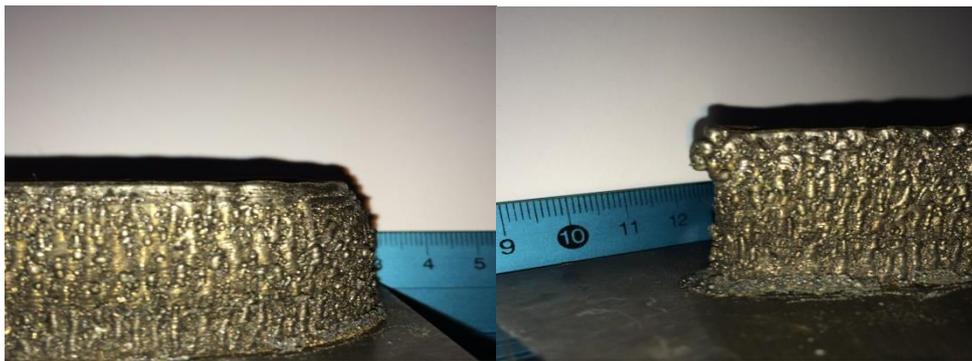


Fig.6.12. Detalle del desvío provocado por el movimiento del útil

6.4.5. Estrategia correcta y corrección de las ondulaciones

En la introducción de este apartado se menciona la necesidad de la creación de una cierta estrategia para evitar lo que anteriormente se ha descrito. La convergencia de las paredes ha sido un problema complicado de abordar, ya que poco más se podía hacer una vez diseñadas las trayectorias.

Sin embargo, se decidió crear una nueva. Esta estrategia consistía en crear primero una especie de pared para contener los dos cordones internos. La contención se crea haciendo primero las pasadas interna y externa respectivamente dos veces, es decir, interna-externa, interna-externa. Así, tenemos preparado el canal por el que continuará el aporte. De esta manera, se consigue que la pieza crezca recta, no obstante las irregularidades superficiales vuelven a manifestarse. Para mayor detalle de esta estrategia consultar anexo I.3

Estas irregularidades volvieron a aparecer, y de manera muy notable, cuando la escoria que se deposita en las caras externas se retiró. Una vez el problema fue detectado se decidió dejar de retirar esta escoria que se acumulaba en las paredes. Para la igual no tan sorpresa de los presentes, la superficie volvió a recuperarse simplemente con la ejecución del programa una y otra vez.

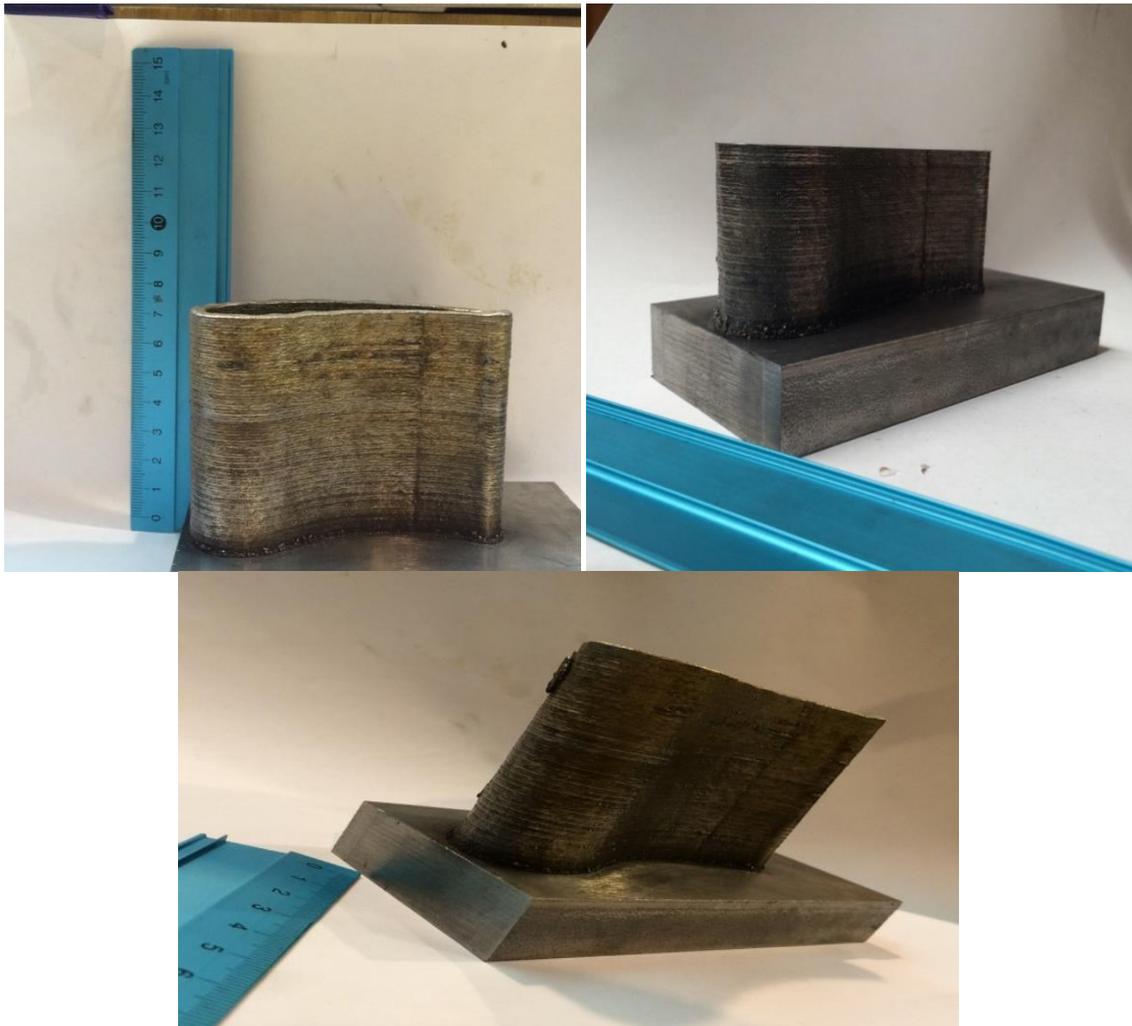


Fig.6.13 Varias fotografías de la pieza a punto de ser terminada.

El sistema para hacer crecer la pieza fue ejecutar un programa que creaba cuatro niveles de aporte con las correspondientes contenciones dobles. Después, se le aplicaba a la pieza un rectificado suficiente como para que la superficie quedase lo más plana posible.

Esto se fue repitiendo hasta alcanzar la altura objetivo: 65mm. La pieza quedó recta, no había convergencia. La geometría superficial, aunque no se reparó del todo recobró gran parte de su apariencia original. En definitiva, se ha conseguido una altura muy buena mediante aporte láser y lo que es más, se ha descubierto una estrategia mediante la cual

el propio proceso recupera la geometría perdida por cualquier tipo de inestabilidad. Además queda demostrado también que no sólo se pueden alcanzar 65mm, sino toda la altura que se desee. Una vez terminado todo el proceso la pieza presenta el aspecto mostrado en la figura 6.14.



Fig.6.14.Pieza terminada.

6.4.6. Mecanizado de la pieza

Como toda fabricación directa mediante aporte láser, el álabe fue sometido a un mecanizado posterior para así poder asegurarnos de que la pieza está libre de poros. El mecanizado en este caso fue algo más difícil ya que el Inconel, al ser una superaleación, es mucho más difícil que mecanizar que un acero normal.

El Inconel, es un material muy difícil de mecanizar gracias a su dureza, resistencia térmica, a la oxidación y corrosión. Es por esto que hay que elegir los parámetros con muchísimo cuidado. Se ha utilizado como referencia los experimentos llevados a cabo por Soo *et al* [Soo, 2011] además de la experiencia del grupo humano del taller especializado en la mecanización de superaleaciones en base níquel.

Para sus experimentos, Soo *et al* utiliza varias relaciones de velocidad de corte y avance por diente. Los parámetros seleccionados en este caso han sido una $V_c= 47\text{m/min}$, un avance por diente de $0,1\text{mm}$ y 477rpm . Para el mecanizado se ha utilizado una fresa de metal duro de tres dientes con filo en el flanco y 20mm de diámetro de la marca helitool.

Para generar las trayectorias de mecanizado, fue necesario rediseñar la pieza. Como se aprecia en la figura 6.15, la parte azul clara representa el material que va a mecanizarse. Sobre este material se ordenará la acción del control numérico que calculará las trayectorias para que el mecanizado sea el deseado.

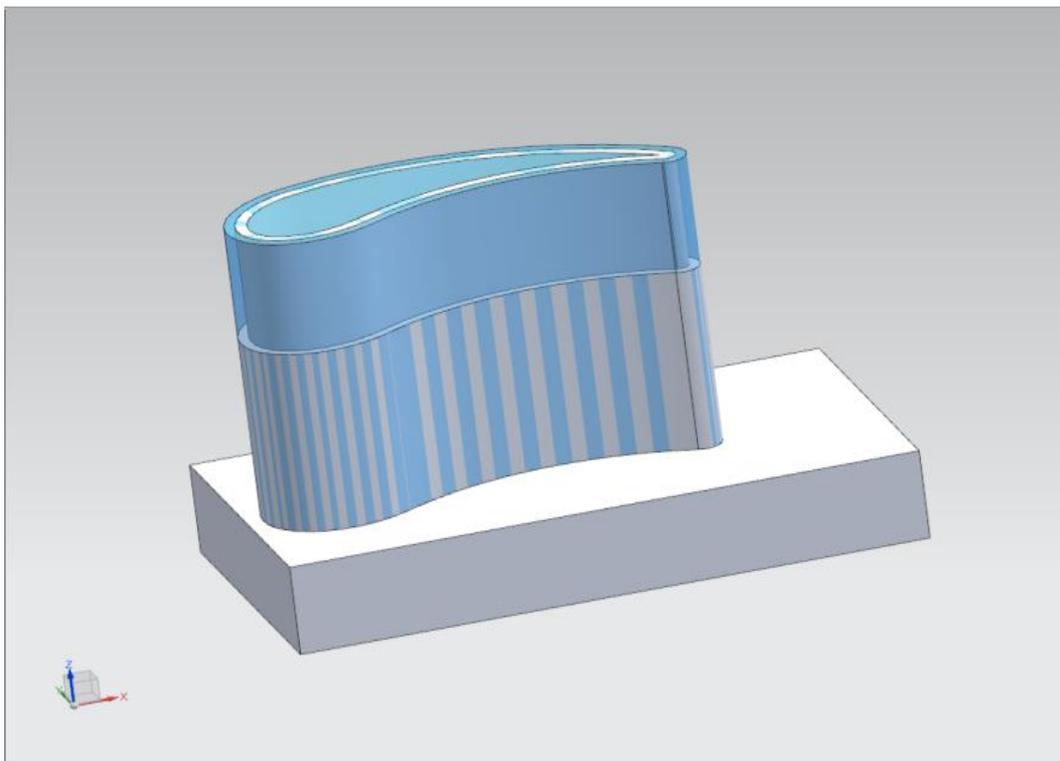


Fig.6.15. Diseño de la pieza para el mecanizado.

Una vez obtenida la forma de la figura 13, se acude al CAM NX[®] para generar unas trayectorias de mecanizado. Esta vez lo que se hace es dar una profundidad axial de dos milímetros, con una profundidad radial de $0,2\text{mm}$ por trayectoria. Además, se genera un

offset de la pieza para indicar al programa qué ha de mecanizar, qué forma final debe quedar y que altura de pasada ha de tener. Esto, se aprecia en la figura 6.16.

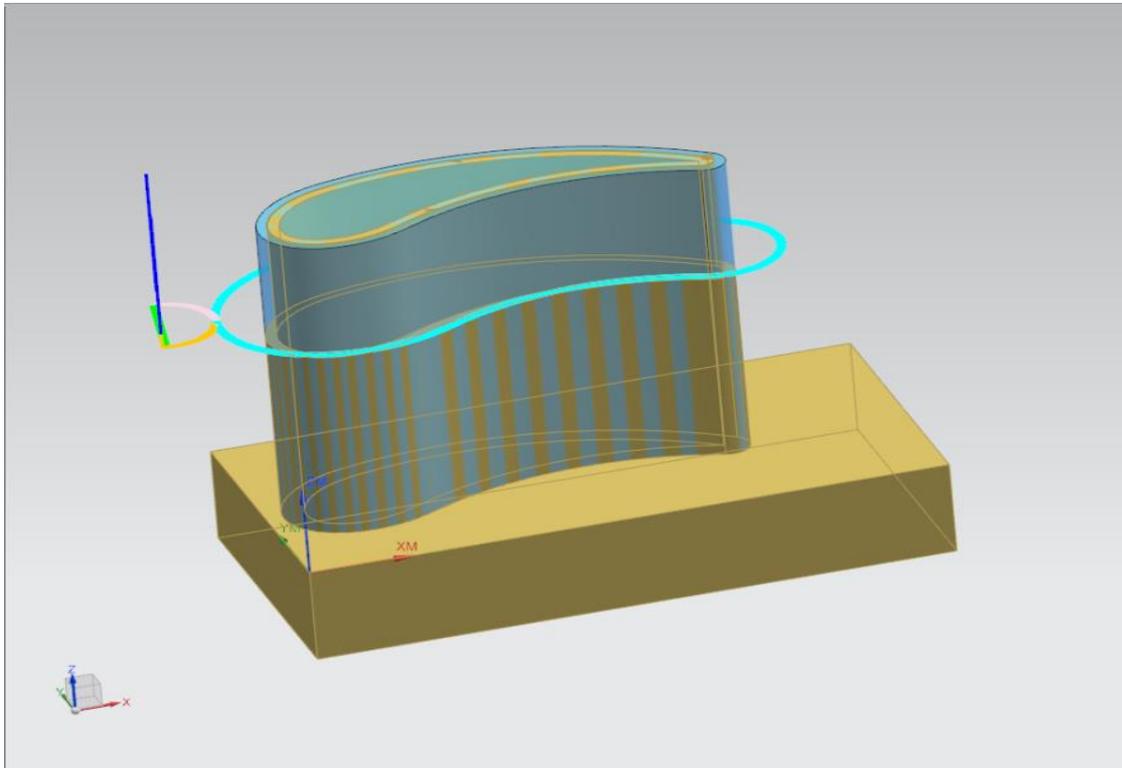


Fig.6.16. Trayectorias de mecanizado.

Una vez obtenido el post-procesado, lo introducimos en el control numérico. Una vez alineada la mordaza y la pieza, se realizan las pruebas pertinentes para asegurarse de que todo es correcto y que la fresadora sigue bien las trayectorias.

Concluido el proceso de mecanizado, el resultado se muestra en la figura 6.17:

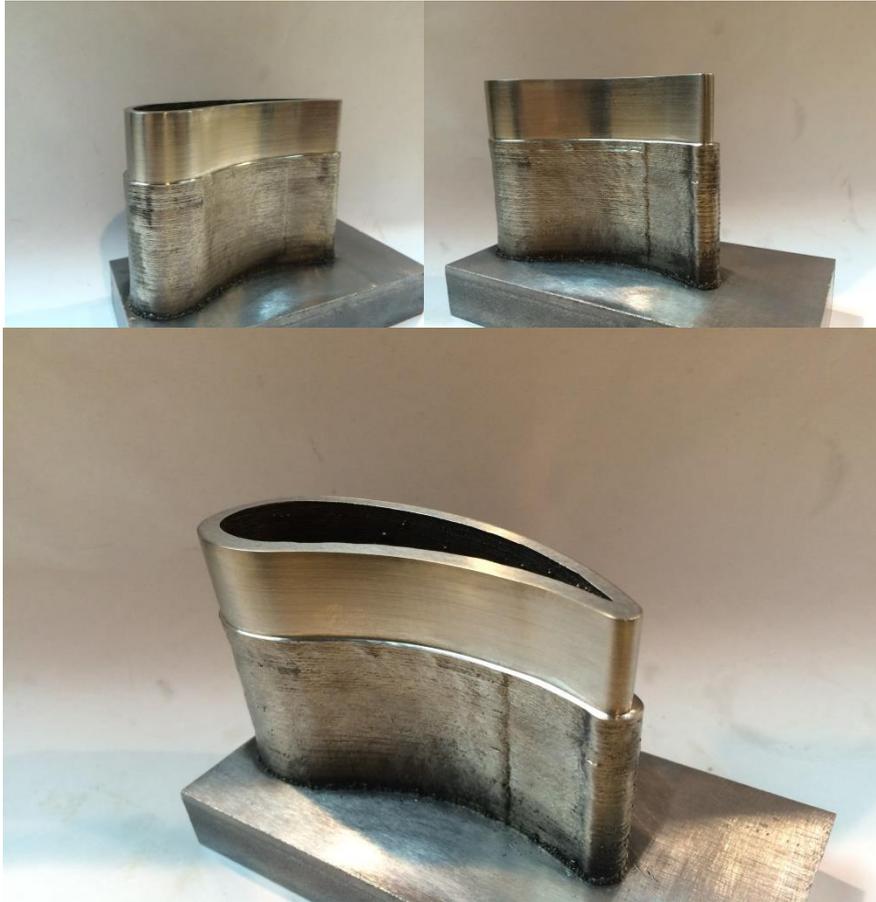


Fig.6.17. Pieza mecanizada y terminada.

Se puede ver, cómo la pieza es sólida. La cohesión que ofrece el proceso de aporte láser no deja ningún poro y aunque no se han realizado ningún tipo de pruebas, no cabe duda de que es una pieza, aparentemente, sólida y resistente con todas las propiedades de una superaleación como es el Inconel[®] 718.

7. LÍNEAS FUTURAS Y CONCLUSIONES

Las superaleaciones representan el avance de la ingeniería de materiales a lo largo de la historia. Aunque hoy en día ya existen superaleaciones de nueva generación que dejen atrás a las existentes de hoy en día, no deja de ser un reto importante trabajar estos materiales debido a las propiedades físicas que presentan y al comportamiento de dichos materiales en procesos de aporte.

A lo largo del desarrollo del presente trabajo se ha demostrado que es posible la aplicación del proceso de láser cladding en geometrías complejas con aleaciones termorresistentes. Otro aspecto destacable, es la influencia que tiene la correcta selección de la estrategia de aporte en el resultado final. Una mala estrategia da lugar a un crecimiento inestable. Existe, por tanto, un interesante campo de trabajo relacionado con la optimización de las estrategias de aporte. La elección de la estrategia adecuada puede marcar la diferencia en muchos aspectos, tales como:

- Calidad superficial del material.
- Espesor mínimo de la pared.
- Estabilidad del proceso de aporte láser.
- Compensación de irregularidades en el aporte.

En el presente trabajo, se ha desarrollado una estrategia de aporte original capaz de hacer crecer la pieza de forma uniforme y estable. Asimismo, se ha comprobado que la fusión de polvo sin cohesión tiene un efecto en la estabilidad del proceso que deberá ser estudiado con detenimiento en trabajos futuros.

Por otro lado, cabe señalar que durante el proceso de aporte una gran cantidad de material en polvo no es finalmente aportada. Dicho polvo normalmente se desperdicia con el consiguiente impacto en el coste del proceso y con posible riesgo

medioambiental y para los operarios. Una línea de trabajo interesante es la recuperación del polvo para su posterior tamizado y uso.

Debido a la gran resistencia del Inconel[®] a la corrosión, puede ser pensado como material del futuro para sustituir a los aceros de bajo contenido en carbono para la fabricación de los cascos y estructuras de los buques. El estudio previamente mencionado en el capítulo anterior, Cooper *et al* [Cooper, 1996] lleva a cabo una serie de experimentos que demuestran la gran tenacidad del Inconel[®] frente a la corrosión.

Así, las conclusiones de este trabajo se pueden resumir en:

- Es posible la fabricación directa de grandes piezas y geometrías complejas de tres y cinco ejes en materiales termorresistentes.
- Se ha desarrollado una estrategia que permite una estabilidad óptima del proceso.
- La correcta combinación de materiales, junto con la gran versatilidad que ofrece el aporte por láser, permite fabricar piezas aptas para cualquier condición de trabajo.
- Es viable el desarrollo de sistemas para la reparaciones *in-situ* de elementos críticos.

Sin embargo, aún quedan ciertos restos por cumplir con la esta tecnología. Queda pendiente de demostrar si se puede crear un álabe en tres ejes que tenga un desfase angular de aproximadamente 20° entre la cara inferior y la superior.

Asimismo, los 5 ejes representan un reto aún mayor en varios campos: diseño, programación de trayectorias, estrategias de crecimiento...

8. AGRADECIMIENTOS

Antes de empezar me gustaría pedir perdón de antemano a las personas que se me pueda olvidar mencionar que han colaborado en este proyecto.

Me gustaría comenzar mencionando a mis compañeros de trabajo en las prácticas. De todos ellos me llevo un recuerdo muy especial, por su ayuda y sus enseñanzas sin apenas palabras. Gracias de verdad por enseñarme lo duro que es trabajar y el esfuerzo que hay que hacer para conseguir tus objetivos.

El equipo del taller; Joseba, Edu, Hodei, Natxo, Javi. Gracias por todo vuestro apoyo y por aguantarme todos los días. Miguel, Rober, Egoitz, Iker, todo el personal contratado que me ha ayudado con su conocimiento y su paciencia en todo lo que he necesitado.

Iván, Eneko, gracias por abrirme las puertas del taller y darme la oportunidad de demostrar lo que soy capaz de hacer. Gracias también por vuestro tiempo para guiarme en este proyecto.

Mario... Amigo, mentor, compañero... se me acaban los adjetivos para poder describirte. Gracias por las clases de MatLab, por las horas interminables de trabajo, por los consejos inspiradores, por las soluciones inimaginables, por los mantenimientos preventivos/correctivos del láser y el plato... gracias de verdad por haberme ayudado tan desinteresadamente durante tanto tiempo.

Aita, ama... tantas cenas hablándoos de cosas que parecían magia negra, tanto tiempo viendo caras largas porque no me salían las cosas. Vosotros sois los verdaderos ingenieros por haber sido capaz de inculcar en mí la inquietud de saber más y haber hecho de mí la persona que soy hoy en día. Espero que os haga sentir orgullosos de mí. Gracias de todo corazón.

Por último, pero no por ello menos importante... Jone. Bueno... ¿Por dónde debería empezar? Me has escuchado, me has ayudado, me has aconsejado me has aguantado (incluso más que toda la gente que he nombrado antes) y tu apoyo incondicional siempre ha estado ahí, al igual que tú. No sería capaz ni en cien vidas de agradecerte lo suficiente todo lo que has hecho por mí. Sabes que sin tu paciencia esto no hubiese sido posible. De verdad, muchísimas gracias.

Me gustaría remarcar que este trabajo y la manera de hacerlo, no hubiese sido posible sin cada una de estas personas. Así que el trabajo es mío como vuestro. Muchísimas gracias a todos.

9. BIBLIOGRAFÍA.

- [Blake, 1988] A.G. Blake, A.A. Mangaly, M.A. Everett, A.H. Hammeke, *Láser coating technology: a commercial reality*, Láser Beam Surface Treating and Coating, G. Sepold, Ed., pp. 56-65, SPIE 957, 1988.
- [Cooper, 1996] K.P. Cooper, P. Slebodnickb, E.D. Thomasb, *Seawater corrosion behavior of láser surface modified Inconel 625 alloy*, Materials Science and Engineering A206 pp, 138-149 1996.
- [Doran, 1987] S.B. Doran, *The láser where flexibility ultimately means economy*, Production Magazine, 1987.
- [Eboo, 1983] M. Eboo, A.E. Lindemanis, *Advances in láser cladding technology*, Proceedings of ICALEO'88, pp. 31-39, SPIE 527, 1983.
- [Fallah, 2011] V. Fallah, M. Alimardani, S.F. Corbin, A. Khajerpour, *TEmporal development of melt-pool morphology and clad geometry in láser powder deposition*, Computational Materials Science vol. 50, pp. 2124-2134, 2011.
- [Gauemann, 1998] M. Gauemann, H. Rusterholz, R. Baumann, D.J. Wagniere, W. Kurz, *Single crystal turbine components repaired by epiaxial láser metal forming*, Materials dor Avanced Powder Engineering, vol. 1947, pp. 1-6, 1998.

- [Gnanamuthu, 1980] D.S. Gnanamuthu, *Láser surface treatment*, Optical Engineering, vol. 19-5, pp. 783-792, 1980.
- [Ideko-IK4, 2012] <http://www.ideko.es> (último acceso 20/04/2015).
- [ILT, 2012] <http://www.ilt.fraunhofer.de> (último acceso 15/05/2015).
- [Koch, 1993] J.L. Koch, J. Mazumber, *Rapid prototyping by láser cladding*, Láser Material Processing, Proceedings of ICALEO'93, pp. 882-891, 1993.
- [Macintyre, 1983] R.M. Macintyre, *Láser hard surfacing of gas turbine blade shroud interlocks*, LIM-1, 1983.
- [Mazumder, 1986] J. Mazumder, J. Singh, *Láser surface alloying and cladding for corrosion and wear*, NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences 115, pp. 297-307, 1986.
- [Murphy, 1993] M. Murphy, C. Lee, W.M. Steen, *Studies in rapid prototyping by láser surface cladding*, Proceedings of ICALEO'93, pp. 882-891, 1993.
- [Murphy, 1994] M. Murphy, W.M. Steen, C. Lee, *A novel prototyping technique for the manufacture of metallic components*, Proceedings of ICALEO'94, pp. 31-40, 1994.

- [Nowotny, 2003] S. Nowotny S. Scharek, F. Kempe, E. Beyer, *COAXn: Modular system of powder nozzles for láser beam build-up welding*, inProceedings of ICALEO' 2003, LIA, 2003, LMP Section, pp. 190-193, 2003.
- [Poza, 2014] P. Poza , C.J. Múnez, M.A. Garrido-Maneiro, S. Vezzù, S. Rech, A. Trentin, *Mechanical properties of Inconel 625 cold-sprayed coatings after láser remelting. Depth sensing indentation analysis*, Surface and Coatings Technology, Volume 243, pp 51–57, 2014.
- [Powell, 1988] J. Powell, P.S. Henry, and Steen W.M., *Láser cladding with preplaced powder: Analysis of thermal cycling and dilution*, Surface Engineering, vol. 4, no. 2, pp. 141-149, 1988.
- [Singh, 1986] J. Singh, J. Mazumber, *In-situ formation of Ni-Cr-Al-R.E. alloy by láser cladding with mixed powder feed*, Springer-Verlag, pp. 169-179, 1986
- [Soo, 2011] S.L. Soo, R. Hood, D.K. Aspinwall (1), W.E. Voice, C. Sage, *Machinability and surface integrity of RR1000 nickel based superalloy*, CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol 60 pp 89-92, 2011
- [Steen, 1979] W.M. Steen, C.G.H. Courtney, *Surface heat treatment of En8 steel using a 2kW continuous-wave CO₂ láser*, Metals Technology, vol. 6-12, pp. 456-462, 1979.

- [Svelto, 2010] O. Svelto, *Principles Of Lasers fifth edition*, Springer ISBN 978-1-4419-1302-9, 2010.
- [Tabernero, 2013] I. Tabernero Campos. *Optimización del proceso de aporte por láser mediante la predicción de la geometría generada*, tesis doctoral T.720, 535.374(043), 2013.
- [Tanaka, 1993] K. Tanaka, T. Saito, Y. Shimura, K. Mori, M. Kawasaki, M. Koyama, H. Murase, *New copper based composite for engine valve seat directly deposited onto aluminium alloy by láser cladding process*, Japan Institute of Metals, vol. 57-10, pp. 1114-1122, 1993.
- [Torins, 2015] T. Torins , G. Pikurs, A. Ratkus, A. Logins, J. Vilcans, S. Sklariks, *Development of Technological Equipment to Laboratory Test In-situ Láser Cladding for Marine Engine Crankshaft Renovation*, 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2014, Procedia Engineering 100 pp 559 – 568, 2015.
- [Toyserkani, 2005] E.Toyserkani, A.Khajepour, S. Corbin, *Láser Cladding* CRC, ISBN 9780849321726, 2005.
- [Zhang, 2013] Y.N. Zhang, X. Cao, P. Wanjara, M. Medraj, *Oxide films in láser additive manufactured Inconel 718*, Acta Materialia 61, pp. 6562–6576, 2013.

- [Zhuanga, 2014] K. Zhuanga, D. Zhu, X. Zhang, H. Ding, *Notch wear prediction model in turning of Inconel 718 with ceramic tools considering the influence of work hardened layer*, *Wear* Volume 313, Issues 1–2, pp, 63–74, 2014
- [Zhong, 2010] M. Zhong and W. Liu, *Láser surface cladding: The state of the art and challenges*, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science* pp 1041-1060, 2010.

ANEXO I: TRAYECTORIAS

ANEXO I.1. Trayectoria primitiva.

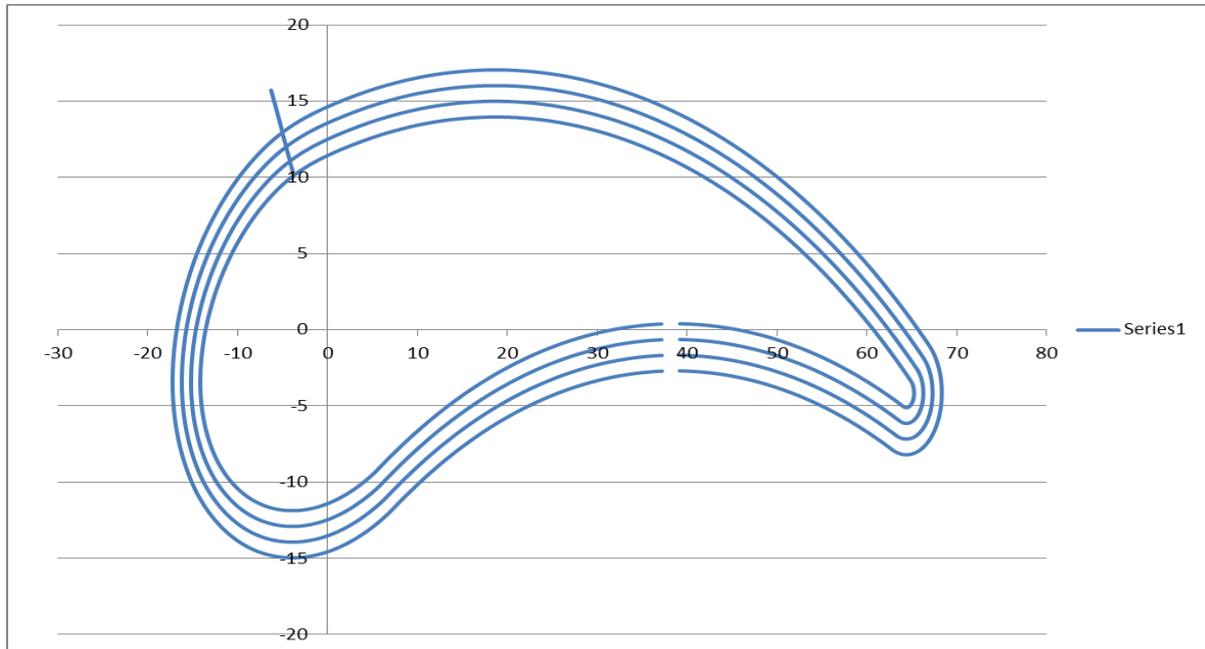


Fig.A.I. 1 Previsión de trayectoria primitiva

X-3.5733	Y10.2068
X-3.1053	Y10.4023
X-2.6263	Y10.5884
X-2.1359	Y10.7661
X-1.6348	Y10.9362
X-1.1261	Y11.0988
X-.4717	Y11.2954
X.1913	Y11.4823
X.8649	Y11.662
X1.5436	Y11.8345
X2.6493	Y12.1011
X3.7538	Y12.3502
X4.8606	Y12.582
X5.9696	Y12.7963
X7.0807	Y12.9926
X8.1946	Y13.1707
X9.3115	Y13.3306
X10.4311	Y13.4725
X11.5532	Y13.5963
X12.6784	Y13.7022
X13.7007	Y13.7826
X14.7252	Y13.8482

X15.7505	Y13.8988
X16.7764	Y13.9345
X17.8027	Y13.9553
X18.8292	Y13.9611
X19.8555	Y13.9519
X20.8816	Y13.9277
X21.9071	Y13.8885
X22.9319	Y13.8342
X23.9556	Y13.765
X24.9783	Y13.6807
X25.9996	Y13.5813
X27.0195	Y13.467
X28.0377	Y13.3378
X29.0539	Y13.1937
X30.068	Y13.0348
X31.0797	Y12.8611
X32.0887	Y12.6727
X33.095	Y12.4696
X34.0982	Y12.2518
X35.0981	Y12.0195
X36.0946	Y11.7726
X37.0873	Y11.5112
X38.0761	Y11.2354
X39.0608	Y10.9453
X40.0411	Y10.6408
X41.0168	Y10.3221
X41.9878	Y9.9892
X42.9536	Y9.6421
X43.9143	Y9.281
X44.8694	Y8.9059
X45.8189	Y8.5168
X46.7625	Y8.1139
X47.7002	Y7.697
X48.6318	Y7.2665
X49.557	Y6.8223
X50.4757	Y6.3646
X51.3877	Y5.8936
X52.2927	Y5.4093
X53.1907	Y4.9118
X54.0813	Y4.4014
X54.9645	Y3.878
X55.8399	Y3.3418
X56.7074	Y2.7929
X57.5669	Y2.2315
X58.4181	Y1.6577
X59.2608	Y1.0715

X60.0949	Y.4732
X60.9201	Y-.1372
X61.7362	Y-.7596
X62.5432	Y-1.3938
X63.3407	Y-2.0397
X64.1285	Y-2.6971
X64.8746	Y-3.3387
X64.9507	Y-3.4099
X64.9955	Y-3.458
X65.0387	Y-3.5111
X65.0779	Y-3.5665
X65.112	Y-3.6224
X65.1426	Y-3.6811
X65.1709	Y-3.7456
X65.1956	Y-3.8137
X65.2155	Y-3.8825
X65.2301	Y-3.9489
X65.2405	Y-4.0189
X65.2465	Y-4.0923
X65.2476	Y-4.1672
X65.2438	Y-4.2405
X65.2345	Y-4.318
X65.2257	Y-4.3664
X65.2115	Y-4.4247
X65.1937	Y-4.4834
X65.1728	Y-4.5404
X65.1497	Y-4.594
X65.1249	Y-4.6433
X65.0984	Y-4.6892
X65.0679	Y-4.7358
X65.0342	Y-4.7813
X64.9984	Y-4.8242
X64.9621	Y-4.8631
X64.9256	Y-4.8978
X64.8903	Y-4.9277
X64.8505	Y-4.9575
X64.8082	Y-4.9857
X64.7649	Y-5.0111
X64.7225	Y-5.0327
X64.6894	Y-5.0473
X64.634	Y-5.0675
X64.5815	Y-5.0827
X64.527	Y-5.0945
X64.4736	Y-5.1023
X64.4229	Y-5.1062
X64.3746	Y-5.1065

X64.3215	Y-5.1033
X64.267	Y-5.0963
X64.214	Y-5.0859
X64.1614	Y-5.0718
X64.1183	Y-5.0572
X64.013	Y-5.0137
X63.1275	Y-4.6254
X62.1813	Y-4.2293
X61.2288	Y-3.8489
X60.2703	Y-3.4845
X59.306	Y-3.136
X58.3361	Y-2.8035
X57.361	Y-2.487
X56.3809	Y-2.1867
X55.3961	Y-1.9025
X54.4067	Y-1.6346
X53.4131	Y-1.3829
X52.4155	Y-1.1477
X51.4142	Y-.9288
X50.4094	Y-.7264
X49.4014	Y-.5405
X48.3905	Y-.3712
X47.3768	Y-.2186
X46.3608	Y-.0826
X45.3425	Y.0365
X44.3224	Y.1388
X43.3006	Y.2242
X42.2774	Y.2927
X41.253	Y.3441
X40.2278	Y.3784
X39.2022	Y.3956
X38.1765	
X37.151	Y.3786
X36.1261	Y.3446
X35.1019	Y.2936
X34.0788	Y.2256
X33.0569	Y.1408
X32.0367	Y.0392
X31.0182	Y-.0793
X30.0019	Y-.2145
X28.9879	Y-.3663
X27.9765	Y-.5349
X26.9681	Y-.72
X25.9627	Y-.9218
X24.9607	Y-1.1401
X23.9624	Y-1.375

X22.968	Y-1.6264
X21.9778	Y-1.8944
X20.9922	Y-2.1788
X20.0113	Y-2.4797
X19.0355	Y-2.7971
X18.065	Y-3.1309
X17.1001	Y-3.4812
X16.1412	Y-3.8478
X15.1889	Y-4.2306
X14.2438	Y-4.6291
X13.306	Y-5.0429
X12.3757	Y-5.4718
X11.453	Y-5.9153
X10.5376	Y-6.3735
X9.5861	Y-6.8689
X8.6431	Y-7.3793
X7.7093	Y-7.904
X6.7847	Y-8.4423
X5.3102	Y-9.3316
X5.056	Y-9.4744
X4.7917	Y-9.6153
X4.3449	Y-9.842
X3.8972	Y-10.0562
X3.445	Y-10.2596
X2.9887	Y-10.4521
X2.5286	Y-10.6333
X2.0652	Y-10.803
X1.5987	Y-10.9609
X1.1295	Y-11.1068
X.6568	Y-11.241
X.2154	Y-11.3545
X-.2287	Y-11.4573
X-.6739	Y-11.5489
X-1.1201	Y-11.6292
X-1.5669	Y-11.698
X-2.014	Y-11.7552
X-2.4613	Y-11.8006
X-2.9084	Y-11.8341
X-3.3551	Y-11.8555
X-3.8013	Y-11.8647
X-4.2499	Y-11.8615
X-4.6221	Y-11.8493
X-4.9957	Y-11.8279
X-5.3667	Y-11.7973
X-5.7348	Y-11.7575
X-6.0996	Y-11.7083

X-6.4605	Y-11.6497
X-6.8173	Y-11.5816
X-7.1695	Y-11.5039
X-7.5168	Y-11.4166
X-7.8588	Y-11.3196
X-8.1953	Y-11.2128
X-8.526	Y-11.0962
X-8.8525	Y-10.969
X-9.1474	Y-10.8431
X-9.439	Y-10.7077
X-9.725	Y-10.5636
X-10.005	Y-10.4112
X-10.2782	Y-10.2507
X-10.5442	Y-10.0824
X-10.8023	Y-9.9065
X-11.0521	Y-9.7233
X-11.2931	Y-9.5332
X-11.5248	Y-9.3364
X-11.7469	Y-9.1332
X-11.9591	Y-8.9239
X-12.161	Y-8.7087
X-12.3526	Y-8.4875
X-12.5349	Y-8.259
X-12.7089	Y-8.0221
X-12.8744	Y-7.7771
X-13.0311	Y-7.5245
X-13.1786	Y-7.2649
X-13.3166	Y-6.9987
X-13.4447	Y-6.7268
X-13.5627	Y-6.4496
X-13.6703	Y-6.168
X-13.7671	Y-5.8824
X-13.8531	Y-5.5937
X-13.9279	Y-5.3026
X-13.9914	Y-5.0096
X-14.0435	Y-4.7152
X-14.0844	Y-4.4182
X-14.1144	Y-4.1174
X-14.1336	Y-3.8125
X-14.142	Y-3.5041
X-14.1396	Y-3.1926
X-14.1266	Y-2.8784
X-14.1034	Y-2.5661
X-14.0623	Y-2.1905
X-14.0078	Y-1.8172
X-13.9395	Y-1.4426

X-13.8579	Y-1.0676
X-13.7633	Y-.6929
X-13.6561	Y-.3196
X-13.5349	Y.0573
X-13.4018	Y.431
X-13.2571	Y.8014
X-13.1008	Y1.1684
X-12.9332	Y1.5321
X-12.7545	Y1.8923
X-12.5649	Y2.2488
X-12.3647	Y2.6015
X-12.1541	Y2.9503
X-11.9332	Y3.2949
X-11.7025	Y3.6352
X-11.4644	Y3.968
X-11.1614	Y4.3678
X-10.8479	Y4.7574
X-10.5219	Y5.1396
X-10.1838	Y5.5142
X-9.8341	Y5.8809
X-9.4733	Y6.2396
X-9.1018	Y6.5898
X-8.7202	Y6.9315
X-8.329	Y7.2643
X-7.9287	Y7.588
X-7.5206	Y7.9017
X-7.1055	Y8.2048
X-6.6838	Y8.4968
X-6.2559	Y8.7774
X-5.8221	Y9.0464
X-5.3826	Y9.3034
X-4.9378	Y9.5482
X-4.4879	Y9.7804
X-4.0332	Y10.
X-3.7564	Y10.1245
X-4.1789	Y11.0638
X-3.9831	Y11.1519
X-3.4903	Y11.3577
X-2.9882	Y11.5527
X-2.477	Y11.738
X-1.9571	Y11.9145
X-1.4311	Y12.0827
X-.7596	Y12.2843
X-.0812	Y12.4757
X.6053	Y12.6587
X1.296	Y12.8343

X2.4152	Y13.1042
X3.535	Y13.3567
X4.6573	Y13.5918
X5.7823	Y13.8091
X6.9098	Y14.0083
X8.0403	Y14.1891
X9.1737	Y14.3514
X10.3099	Y14.4954
X11.4485	Y14.621
X12.5898	Y14.7284
X13.6274	Y14.81
X14.6669	Y14.8765
X15.7072	Y14.9279
X16.7481	Y14.9642
X17.7894	Y14.9852
X18.8309	Y14.9911
X19.8723	Y14.9818
X20.9134	Y14.9572
X21.954	Y14.9174
X22.9939	Y14.8624
X24.0327	Y14.7921
X25.0704	Y14.7065
X26.1068	Y14.6058
X27.1417	Y14.4898
X28.1748	Y14.3587
X29.2059	Y14.2125
X30.2349	Y14.0512
X31.2613	Y13.875
X32.2852	Y13.6838
X33.3061	Y13.4777
X34.324	Y13.2568
X35.3385	Y13.0211
X36.3496	Y12.7706
X37.3568	Y12.5054
X38.3601	Y12.2256
X39.3592	Y11.9312
X40.3538	Y11.6222
X41.3438	Y11.2988
X42.329	Y10.9611
X43.309	Y10.6089
X44.2838	Y10.2425
X45.253	Y9.8619
X46.2164	Y9.467
X47.174	Y9.0581
X48.1255	Y8.6352
X49.0707	Y8.1983

X50.0095	Y7.7476
X50.9417	Y7.2832
X51.867	Y6.8053
X52.7853	Y6.3139
X53.6964	Y5.8092
X54.6	Y5.2913
X55.496	Y4.7602
X56.3842	Y4.2162
X57.2645	Y3.6594
X58.1365	Y3.0898
X59.0001	Y2.5075
X59.8551	Y1.9128
X60.7014	Y1.3057
X61.5387	Y.6864
X62.3668	Y.0549
X63.1856	Y-.5887
X63.9948	Y-1.2441
X64.7942	Y-1.9112
X65.5625	Y-2.5718
X65.6801	Y-2.6818
X65.7727	Y-2.7812
X65.8595	Y-2.8879
X65.9388	Y-3.
X66.0093	Y-3.1154
X66.072	Y-3.2357
X66.1277	Y-3.3628
X66.1755	Y-3.4946
X66.2143	Y-3.6287
X66.2436	Y-3.7624
X66.2643	Y-3.901
X66.2759	Y-4.0429
X66.278	Y-4.1862
X66.2706	Y-4.3282
X66.2534	Y-4.4722
X66.2334	Y-4.5812
X66.2055	Y-4.6961
X66.1709	Y-4.8102
X66.13	Y-4.9218
X66.0836	Y-5.0293
X66.0321	Y-5.132
X65.9759	Y-5.2294
X65.9131	Y-5.3252
X65.8445	Y-5.4179
X65.771	Y-5.5061
X65.6939	Y-5.5886
X65.6137	Y-5.6649

X65.5325	Y-5.7335
X65.4456	Y-5.7988
X65.3543	Y-5.8595
X65.2601	Y-5.9147
X65.1645	Y-5.9636
X65.0734	Y-6.0036
X64.9536	Y-6.0473
X64.8336	Y-6.0819
X64.7107	Y-6.1086
X64.5876	Y-6.1266
X64.4659	Y-6.1359
X64.3469	Y-6.1367
X64.2247	Y-6.1293
X64.1019	Y-6.1136
X63.9812	Y-6.0898
X63.8623	Y-6.058
X63.7558	Y-6.0218
X63.6096	Y-5.9614
X62.7217	Y-5.5722
X61.7914	Y-5.1826
X60.8548	Y-4.8086
X59.9122	Y-4.4503
X58.9639	Y-4.1075
X58.0101	Y-3.7805
X57.0512	Y-3.4693
X56.0873	Y-3.174
X55.1187	Y-2.8945
X54.1456	Y-2.631
X53.1684	Y-2.3835
X52.1873	Y-2.1521
X51.2025	Y-1.9368
X50.2143	Y-1.7377
X49.223	Y-1.5549
X48.2287	Y-1.3884
X47.2319	Y-1.2383
X46.2326	Y-1.1047
X45.2313	Y-.9875
X44.2281	Y-.8869
X43.2233	Y-.8029
X42.2172	Y-.7356
X41.21	Y-.685
X40.202	Y-.6513
X39.1935	Y-.6344
X38.185	
X37.1767	Y-.6511
X36.1688	Y-.6846

X35.1617	Y-.7347
X34.1555	Y-.8015
X33.1506	Y-.885
X32.1472	Y-.9849
X31.1456	Y-1.1014
X30.1461	Y-1.2344
X29.1489	Y-1.3837
X28.1542	Y-1.5495
X27.1624	Y-1.7316
X26.1737	Y-1.93
X25.1883	Y-2.1447
X24.2066	Y-2.3757
X23.2288	Y-2.6229
X22.2552	Y-2.8864
X21.286	Y-3.1661
X20.3216	Y-3.4619
X19.3623	Y-3.7739
X18.4082	Y-4.1021
X17.4597	Y-4.4464
X16.5172	Y-4.8068
X15.5811	Y-5.183
X14.6518	Y-5.5749
X13.7296	Y-5.9819
X12.8145	Y-6.4037
X11.9066	Y-6.8401
X11.0059	Y-7.2909
X10.0691	Y-7.7786
X9.1406	Y-8.2813
X8.2207	Y-8.7981
X7.3095	Y-9.3285
X5.8261	Y-10.2233
X5.5506	Y-10.378
X5.2669	Y-10.5292
X4.8002	Y-10.766
X4.3308	Y-10.9905
X3.8565	Y-11.2039
X3.3776	Y-11.4059
X2.8944	Y-11.5962
X2.4074	Y-11.7745
X1.9169	Y-11.9406
X1.4231	Y-12.0942
X.9257	Y-12.2353
X.4599	Y-12.3551
X-.0087	Y-12.4636
X-.4789	Y-12.5604
X-.9505	Y-12.6453

X-1.4232	Y-12.7181
X-1.8967	Y-12.7786
X-2.3708	Y-12.8267
X-2.8453	Y-12.8622
X-3.3198	Y-12.8849
X-3.7943	Y-12.8947
X-4.2705	Y-12.8914
X-4.6685	Y-12.8783
X-5.0674	Y-12.8554
X-5.4644	Y-12.8228
X-5.859	Y-12.7801
X-6.2509	Y-12.7272
X-6.6397	Y-12.6641
X-7.0249	Y-12.5906
X-7.4061	Y-12.5065
X-7.783	Y-12.4117
X-8.1552	Y-12.3061
X-8.5224	Y-12.1896
X-8.8843	Y-12.062
X-9.2418	Y-11.9227
X-9.5666	Y-11.784
X-9.8876	Y-11.635
X-10.203	Y-11.4762
X-10.5122	Y-11.3079
X-10.8147	Y-11.1302
X-11.1098	Y-10.9434
X-11.397	Y-10.7476
X-11.6758	Y-10.5432
X-11.9456	Y-10.3303
X-12.206	Y-10.1092
X-12.4565	Y-9.8801
X-12.6967	Y-9.6431
X-12.9262	Y-9.3984
X-13.1447	Y-9.1461
X-13.3528	Y-8.8854
X-13.551	Y-8.6156
X-13.7391	Y-8.3371
X-13.9169	Y-8.0506
X-14.084	Y-7.7565
X-14.24	Y-7.4554
X-14.3848	Y-7.1481
X-14.518	Y-6.8352
X-14.6394	Y-6.5172
X-14.7488	Y-6.1949
X-14.8458	Y-5.8689
X-14.9304	Y-5.5399

X-15.0022	Y-5.2086
X-15.0612	Y-4.8753
X-15.1074	Y-4.5396
X-15.1412	Y-4.2008
X-15.1627	Y-3.8588
X-15.1721	Y-3.5142
X-15.1695	Y-3.1675
X-15.155	Y-2.819
X-15.1292	Y-2.4719
X-15.0842	Y-2.06
X-15.0243	Y-1.6503
X-14.9497	Y-1.2407
X-14.8607	Y-.8319
X-14.7578	Y-.4246
X-14.6416	Y-.0198
X-14.5106	Y.3878
X-14.3669	Y.7913
X-14.2108	Y1.1907
X-14.0426	Y1.5858
X-13.8625	Y1.9766
X-13.6707	Y2.3631
X-13.4677	Y2.7449
X-13.2536	Y3.1221
X-13.0287	Y3.4944
X-12.7933	Y3.8618
X-12.5478	Y4.224
X-12.2938	Y4.5789
X-11.9733	Y5.0019
X-11.6411	Y5.4147
X-11.2962	Y5.819
X-10.939	Y6.2148
X-10.57	Y6.6017
X-10.1898	Y6.9796
X-9.7988	Y7.3483
X-9.3975	Y7.7076
X-8.9866	Y8.0572
X-8.5665	Y8.3969
X-8.1382	Y8.7261
X-7.7024	Y9.0443
X-7.2595	Y9.351
X-6.8098	Y9.6459
X-6.3535	Y9.9288
X-5.891	Y10.1993
X-5.4224	Y10.4571
X-4.9481	Y10.702
X-4.4684	Y10.9336

X-4.1789	Y11.0638
X-4.6014	Y12.0032
X-4.3929	Y12.097
X-3.8753	Y12.3132
X-3.3502	Y12.5171
X-2.8181	Y12.7099
X-2.2795	Y12.8928
X-1.736	Y13.0665
X-1.0476	Y13.2733
X-.3537	Y13.469
X.3457	Y13.6555
X1.0484	Y13.8341
X2.1812	Y14.1073
X3.3161	Y14.3632
X4.454	Y14.6016
X5.595	Y14.822
X6.7389	Y15.0241
X7.8859	Y15.2075
X9.036	Y15.3722
X10.1887	Y15.5183
X11.3437	Y15.6457
X12.5012	Y15.7546
X13.5541	Y15.8374
X14.6085	Y15.9049
X15.6638	Y15.957
X16.7197	Y15.9938
X17.7761	Y16.0152
X18.8326	Y16.0211
X19.889	Y16.0116
X20.9452	Y15.9867
X22.0009	Y15.9464
X23.0558	Y15.8905
X24.1098	Y15.8192
X25.1626	Y15.7324
X26.2141	Y15.6302
X27.2639	Y15.5125
X28.312	Y15.3795
X29.358	Y15.2312
X30.4017	Y15.0677
X31.443	Y14.8889
X32.4816	Y14.6949
X33.5173	Y14.4859
X34.5498	Y14.2618
X35.579	Y14.0226
X36.6045	Y13.7685
X37.6263	Y13.4995

X38.644	Y13.2157
X39.6575	Y12.917
X40.6665	Y12.6037
X41.6708	Y12.2756
X42.6702	Y11.9329
X43.6644	Y11.5757
X44.6533	Y11.204
X45.6365	Y10.8178
X46.614	Y10.4173
X47.5855	Y10.0024
X48.5508	Y9.5733
X49.5097	Y9.1301
X50.4621	Y8.6729
X51.4077	Y8.2018
X52.3463	Y7.717
X53.2779	Y7.2185
X54.2021	Y6.7065
X55.1187	Y6.1811
X56.0276	Y5.6425
X56.9286	Y5.0907
X57.8215	Y4.5258
X58.706	Y3.948
X59.5821	Y3.3574
X60.4494	Y2.7541
X61.3079	Y2.1383
X62.1572	Y1.51
X62.9973	Y.8693
X63.828	Y.2165
X64.6489	Y-.4484
X65.46	Y-1.1253
X66.2504	Y-1.8049
X66.4095	Y-1.9538
X66.5498	Y-2.1043
X66.6804	Y-2.2648
X66.7996	Y-2.4334
X66.9065	Y-2.6083
X67.0013	Y-2.7903
X67.0846	Y-2.98
X67.1554	Y-3.1756
X67.2132	Y-3.3749
X67.2572	Y-3.5759
X67.2882	Y-3.7831
X67.3053	Y-3.9935
X67.3084	Y-4.2052
X67.2975	Y-4.416
X67.2723	Y-4.6264

X67.2412	Y-4.796
X67.1995	Y-4.9675
X67.1481	Y-5.137
X67.0873	Y-5.3032
X67.0175	Y-5.4647
X66.9393	Y-5.6206
X66.8534	Y-5.7696
X66.7583	Y-5.9146
X66.6547	Y-6.0545
X66.5436	Y-6.188
X66.4257	Y-6.314
X66.3017	Y-6.432
X66.1748	Y-6.5393
X66.0406	Y-6.64
X65.9004	Y-6.7334
X65.7552	Y-6.8184
X65.6064	Y-6.8944
X65.4574	Y-6.9599
X65.2732	Y-7.0271
X65.0858	Y-7.0812
X64.8944	Y-7.1226
X64.7016	Y-7.1509
X64.5089	Y-7.1656
X64.3193	Y-7.1669
X64.1279	Y-7.1553
X63.9368	Y-7.1308
X63.7484	Y-7.0938
X63.5633	Y-7.0442
X63.3932	Y-6.9865
X63.2062	Y-6.9092
X62.316	Y-6.519
X61.4015	Y-6.136
X60.4807	Y-5.7684
X59.5541	Y-5.416
X58.6218	Y-5.0791
X57.6841	Y-4.7576
X56.7413	Y-4.4516
X55.7936	Y-4.1612
X54.8413	Y-3.8865
X53.8846	Y-3.6274
X52.9238	Y-3.384
X51.9591	Y-3.1565
X50.9908	Y-2.9449
X50.0192	Y-2.7491
X49.0445	Y-2.5694
X48.067	Y-2.4057

X47.0869	Y-2.2581
X46.1045	Y-2.1267
X45.12	Y-2.0115
X44.1338	Y-1.9126
X43.146	Y-1.83
X42.157	Y-1.7639
X41.1669	Y-1.7142
X40.1761	Y-1.681
X39.1849	Y-1.6644
X38.1935	
X37.2023	Y-1.6808
X36.2115	Y-1.7137
X35.2214	Y-1.763
X34.2322	Y-1.8287
X33.2443	Y-1.9107
X32.2578	Y-2.009
X31.273	Y-2.1235
X30.2903	Y-2.2542
X29.3098	Y-2.4011
X28.3319	Y-2.5641
X27.3567	Y-2.7431
X26.3847	Y-2.9382
X25.4159	Y-3.1493
X24.4508	Y-3.3763
X23.4896	Y-3.6194
X22.5325	Y-3.8784
X21.5799	Y-4.1533
X20.632	Y-4.4441
X19.6891	Y-4.7507
X18.7515	Y-5.0733
X17.8194	Y-5.4116
X16.8932	Y-5.7657
X15.9733	Y-6.1355
X15.0598	Y-6.5206
X14.1531	Y-6.9208
X13.2532	Y-7.3356
X12.3603	Y-7.7649
X11.4743	Y-8.2083
X10.5522	Y-8.6884
X9.638	Y-9.1832
X8.7321	Y-9.6922
X7.8344	Y-10.2148
X6.3419	Y-11.1149
X6.0451	Y-11.2816
X5.7422	Y-11.443
X5.2555	Y-11.6899

X4.7644	Y-11.9249
X4.268	Y-12.1483
X3.7665	Y-12.3598
X3.2603	Y-12.5591
X2.7497	Y-12.7461
X2.2351	Y-12.9203
X1.7167	Y-13.0816
X1.1946	Y-13.2297
X.7044	Y-13.3558
X.2114	Y-13.4699
X-.2838	Y-13.5718
X-.7808	Y-13.6613
X-1.2794	Y-13.7381
X-1.7794	Y-13.802
X-2.2804	Y-13.8528
X-2.7822	Y-13.8904
X-3.2846	Y-13.9144
X-3.7872	Y-13.9248
X-4.291	Y-13.9213
X-4.7149	Y-13.9073
X-5.1391	Y-13.883
X-5.562	Y-13.8482
X-5.9832	Y-13.8026
X-6.4023	Y-13.7462
X-6.8188	Y-13.6785
X-7.2324	Y-13.5996
X-7.6427	Y-13.5091
X-8.0492	Y-13.4068
X-8.4516	Y-13.2927
X-8.8495	Y-13.1664
X-9.2426	Y-13.0278
X-9.631	Y-12.8765
X-9.9859	Y-12.725
X-10.3362	Y-12.5623
X-10.6809	Y-12.3887
X-11.0194	Y-12.2045
X-11.3511	Y-12.0096
X-11.6754	Y-11.8043
X-11.9918	Y-11.5888
X-12.2995	Y-11.3631
X-12.5982	Y-11.1275
X-12.8872	Y-10.882
X-13.1661	Y-10.6269
X-13.4343	Y-10.3623
X-13.6914	Y-10.0882
X-13.9368	Y-9.8048

X-14.1707	Y-9.5118
X-14.3931	Y-9.209
X-14.6039	Y-8.8971
X-14.8027	Y-8.5766
X-14.9893	Y-8.248
X-15.1634	Y-7.9122
X-15.3249	Y-7.5695
X-15.4733	Y-7.2207
X-15.6086	Y-6.8665
X-15.7304	Y-6.5074
X-15.8386	Y-6.1441
X-15.9328	Y-5.7773
X-16.013	Y-5.4076
X-16.0789	Y-5.0355
X-16.1305	Y-4.6611
X-16.168	Y-4.2842
X-16.1918	Y-3.9051
X-16.2022	Y-3.5243
X-16.1993	Y-3.1423
X-16.1835	Y-2.7595
X-16.1551	Y-2.3777
X-16.1061	Y-1.9295
X-16.0409	Y-1.4834
X-15.9598	Y-1.0388
X-15.8635	Y-.5962
X-15.7524	Y-.1563
X-15.6271	Y.28
X-15.4862	Y.7183
X-15.3319	Y1.1516
X-15.1645	Y1.5799
X-14.9844	Y2.0032
X-14.7917	Y2.4212
X-14.587	Y2.8338
X-14.3704	Y3.2411
X-14.1424	Y3.6427
X-13.9033	Y4.0386
X-13.6534	Y4.4287
X-13.393	Y4.8128
X-13.1233	Y5.1897
X-12.7851	Y5.636
X-12.4343	Y6.0719
X-12.0704	Y6.4984
X-11.6941	Y6.9154
X-11.3059	Y7.3225
X-10.9063	Y7.7197
X-10.4958	Y8.1068

X-10.0749	Y8.4837
X-9.6442	Y8.85
X-9.2043	Y9.2058
X-8.7558	Y9.5505
X-8.2994	Y9.8837
X-7.8353	Y10.2051
X-7.3637	Y10.5144
X-6.885	Y10.8112
X-6.3993	Y11.0952
X-5.9071	Y11.3661
X-5.4084	Y11.6235
X-4.9037	Y11.8672
X-4.6014	Y12.0032
X-5.0239	Y12.9426
X-4.8027	Y13.0421
X-4.2603	Y13.2686
X-3.7122	Y13.4815
X-3.1592	Y13.6819
X-2.6019	Y13.8711
X-2.0409	Y14.0504
X-1.3355	Y14.2623
X-.6262	Y14.4623
X.0861	Y14.6523
X.8007	Y14.8339
X1.9472	Y15.1104
X3.0972	Y15.3697
X4.2507	Y15.6113
X5.4077	Y15.8349
X6.568	Y16.0398
X7.7316	Y16.2259
X8.8982	Y16.393
X10.0675	Y16.5411
X11.239	Y16.6704
X12.4126	Y16.7808
X13.4808	Y16.8648
X14.5502	Y16.9333
X15.6205	Y16.9862
X16.6914	Y17.0234
X17.7628	Y17.0451
X18.8343	Y17.0511
X19.9058	Y17.0415
X20.9771	Y17.0163
X22.0478	Y16.9753
X23.1178	Y16.9187
X24.1869	Y16.8464
X25.2548	Y16.7583

X26.3213	Y16.6546
X27.3861	Y16.5353
X28.4491	Y16.4004
X29.51	Y16.25
X30.5686	Y16.0841
X31.6247	Y15.9028
X32.6781	Y15.7061
X33.7285	Y15.494
X34.7756	Y15.2667
X35.8194	Y15.0242
X36.8595	Y14.7665
X37.8958	Y14.4937
X38.928	Y14.2058
X39.9558	Y13.9029
X40.9792	Y13.5851
X41.9977	Y13.2524
X43.0114	Y12.9048
X44.0198	Y12.5425
X45.0228	Y12.1654
X46.0201	Y11.7738
X47.0116	Y11.3675
X47.9969	Y10.9467
X48.976	Y10.5114
X49.9487	Y10.0619
X50.9146	Y9.5982
X51.8737	Y9.1204
X52.8257	Y8.6287
X53.7704	Y8.1231
X54.7077	Y7.6039
X55.6374	Y7.071
X56.5592	Y6.5247
X57.4729	Y5.9651
X58.3785	Y5.3922
X59.2756	Y4.8062
X60.164	Y4.2072
X61.0437	Y3.5954
X61.9144	Y2.9708
X62.7758	Y2.3336
X63.6279	Y1.6838
X64.4704	Y1.0217
X65.3031	Y.3472
X66.1258	Y-.3393
X66.9383	Y-1.038
X67.139	Y-1.2257
X67.327	Y-1.4275
X67.5012	Y-1.6417

X67.6605	Y-1.8668
X67.8038	Y-2.1013
X67.9307	Y-2.3449
X68.0414	Y-2.5971
X68.1353	Y-2.8565
X68.212	Y-3.1211
X68.2708	Y-3.3894
X68.312	Y-3.6652
X68.3346	Y-3.9441
X68.3388	Y-4.2243
X68.3243	Y-4.5037
X68.2912	Y-4.7807
X68.249	Y-5.0108
X68.1936	Y-5.2389
X68.1253	Y-5.4639
X68.0445	Y-5.6846
X67.9515	Y-5.9001
X67.8466	Y-6.1092
X67.7309	Y-6.3098
X67.6035	Y-6.504
X67.465	Y-6.691
X67.3161	Y-6.8698
X67.1575	Y-7.0395
X66.9898	Y-7.1991
X66.8171	Y-7.345
X66.6356	Y-7.4813
X66.4464	Y-7.6072
X66.2504	Y-7.7221
X66.0484	Y-7.8253
X65.8414	Y-7.9163
X65.5929	Y-8.0069
X65.3379	Y-8.0805
X65.0782	Y-8.1367
X64.8156	Y-8.1751
X64.5519	Y-8.1953
X64.2917	Y-8.1972
X64.031	Y-8.1813
X63.7718	Y-8.1481
X63.5156	Y-8.0977
X63.2642	Y-8.0304
X63.0307	Y-7.9511
X62.8028	Y-7.857
X61.9103	Y-7.4657
X61.0116	Y-7.0894
X60.1067	Y-6.7281
X59.196	Y-6.3818

X58.2797	Y-6.0507
X57.3581	Y-5.7347
X56.4314	Y-5.434
X55.4999	Y-5.1485
X54.5639	Y-4.8784
X53.6235	Y-4.6238
X52.6791	Y-4.3846
X51.7309	Y-4.161
X50.7791	Y-3.9529
X49.8241	Y-3.7605
X48.866	Y-3.5839
X47.9052	Y-3.423
X46.9419	Y-3.2779
X45.9763	Y-3.1487
X45.0088	Y-3.0355
X44.0395	Y-2.9383
X43.0687	Y-2.8572
X42.0968	Y-2.7921
X41.1239	Y-2.7433
X40.1503	Y-2.7107
X39.1763	Y-2.6944
X38.2021	
X37.228	Y-2.7105
X36.2543	Y-2.7429
X35.2812	Y-2.7913
X34.309	Y-2.8559
X33.3379	Y-2.9365
X32.3683	Y-3.0331
X31.4004	Y-3.1457
X30.4345	Y-3.2741
X29.4708	Y-3.4185
X28.5095	Y-3.5787
X27.5511	Y-3.7546
X26.5957	Y-3.9464
X25.6435	Y-4.1538
X24.695	Y-4.377
X23.7503	Y-4.6159
X22.8098	Y-4.8704
X21.8737	Y-5.1405
X20.9423	Y-5.4262
X20.0159	Y-5.7276
X19.0947	Y-6.0444
X18.1791	Y-6.3768
X17.2692	Y-6.7247
X16.3655	Y-7.0879
X15.4679	Y-7.4664

X14.5767	Y-7.8597
X13.692	Y-8.2675
X12.8139	Y-8.6896
X11.9426	Y-9.1257
X11.0352	Y-9.5981
X10.1355	Y-10.0852
X9.2435	Y-10.5863
X8.3593	Y-11.1011
X6.8578	Y-12.0065
X6.5396	Y-12.1852
X6.2175	Y-12.3569
X5.7108	Y-12.6139
X5.1981	Y-12.8592
X4.6795	Y-13.0926
X4.1554	Y-13.3136
X3.6261	Y-13.522
X3.092	Y-13.7176
X2.5533	Y-13.9
X2.0103	Y-14.0689
X1.4635	Y-14.2241
X.9489	Y-14.3564
X.4314	Y-14.4762
X-.0887	Y-14.5833
X-.6112	Y-14.6773
X-1.1357	Y-14.7581
X-1.6621	Y-14.8254
X-2.19	Y-14.8789
X-2.7191	Y-14.9185
X-3.2493	Y-14.9439
X-3.7802	Y-14.9549
X-4.3116	Y-14.9512
X-4.7614	Y-14.9363
X-5.2109	Y-14.9106
X-5.6597	Y-14.8736
X-6.1074	Y-14.8252
X-6.5537	Y-14.7651
X-6.998	Y-14.6929
X-7.44	Y-14.6085
X-7.8793	Y-14.5116
X-8.3154	Y-14.402
X-8.748	Y-14.2792
X-9.1766	Y-14.1432
X-9.6008	Y-13.9936
X-10.0203	Y-13.8302
X-10.4051	Y-13.666
X-10.7848	Y-13.4896

X-11.1589	Y-13.3013
X-11.5267	Y-13.1011
X-11.8876	Y-12.8891
X-12.2411	Y-12.6653
X-12.5865	Y-12.4299
X-12.9232	Y-12.183
X-13.2508	Y-11.9246
X-13.5685	Y-11.6548
X-13.8757	Y-11.3737
X-14.1719	Y-11.0814
X-14.4566	Y-10.778
X-14.729	Y-10.4635
X-14.9886	Y-10.1382
X-15.2352	Y-9.8025
X-15.4686	Y-9.4571
X-15.6884	Y-9.1026
X-15.8946	Y-8.7396
X-16.0869	Y-8.3689
X-16.2649	Y-7.9909
X-16.4287	Y-7.6063
X-16.5778	Y-7.2158
X-16.7121	Y-6.8199
X-16.8313	Y-6.4193
X-16.9353	Y-6.0147
X-17.0238	Y-5.6066
X-17.0965	Y-5.1956
X-17.1535	Y-4.7825
X-17.1948	Y-4.3676
X-17.221	Y-3.9514
X-17.2323	Y-3.5344
X-17.2291	Y-3.1172
X-17.2119	Y-2.7
X-17.1809	Y-2.2835
X-17.1279	Y-1.799
X-17.0574	Y-1.3165
X-16.97	Y-.8368
X-16.8663	Y-.3604
X-16.747	Y.112
X-16.6127	Y.5798
X-16.4619	Y1.0488
X-16.297	Y1.5119
X-16.1183	Y1.9692
X-15.9261	Y2.4205
X-15.721	Y2.8657
X-15.5032	Y3.3046
X-15.2732	Y3.7372

X-15.0313	Y4.1633
X-14.7779	Y4.5828
X-14.5134	Y4.9956
X-14.2382	Y5.4016
X-13.9527	Y5.8006
X-13.597	Y6.27
X-13.2274	Y6.7292
X-12.8447	Y7.1778
X-12.4493	Y7.6159
X-12.0418	Y8.0433
X-11.6228	Y8.4598
X-11.1927	Y8.8653
X-10.7522	Y9.2597
X-10.3018	Y9.6429
X-9.8421	Y10.0146
X-9.3735	Y10.3748
X-8.8964	Y10.7232
X-8.411	Y11.0593
X-7.9176	Y11.3829
X-7.4164	Y11.6936
X-6.9077	Y11.9911
X-6.3917	Y12.275
X-5.8687	Y12.5451
X-5.339	Y12.8009
X-5.0239	Y12.9426
X-6.275	Y15.7241
G00	
M02	

ANEXO I.2. Trayectoria de primera prueba

F525			
M04			
X	-3,5733 Y	10,2068 Z	0
X	-3,1053 Y	10,4023 Z	0
X	-2,6263 Y	10,5884 Z	0
X	-2,1359 Y	10,7661 Z	0
X	-1,6348 Y	10,9362 Z	0
X	-1,1261 Y	11,0988 Z	0
X	-0,4717 Y	11,2954 Z	0
X	0,1913 Y	11,4823 Z	0
X	0,8649 Y	11,662 Z	0

X	1,5436	Y	11,8345	Z	0
X	2,6493	Y	12,1011	Z	0
X	3,7538	Y	12,3502	Z	0
X	4,8606	Y	12,582	Z	0
X	5,9696	Y	12,7963	Z	0
X	7,0807	Y	12,9926	Z	0
X	8,1946	Y	13,1707	Z	0
X	9,3115	Y	13,3306	Z	0
X	10,4311	Y	13,4725	Z	0
X	11,5532	Y	13,5963	Z	0
X	12,6784	Y	13,7022	Z	0
X	13,7007	Y	13,7826	Z	0
X	14,7252	Y	13,8482	Z	0
X	15,7505	Y	13,8988	Z	0
X	16,7764	Y	13,9345	Z	0
X	17,8027	Y	13,9553	Z	0
X	18,8292	Y	13,9611	Z	0
X	19,8555	Y	13,9519	Z	0
X	20,8816	Y	13,9277	Z	0
X	21,9071	Y	13,8885	Z	0
X	22,9319	Y	13,8342	Z	0
X	23,9556	Y	13,765	Z	0
X	24,9783	Y	13,6807	Z	0
X	25,9996	Y	13,5813	Z	0
X	27,0195	Y	13,467	Z	0
X	28,0377	Y	13,3378	Z	0
X	29,0539	Y	13,1937	Z	0
X	30,068	Y	13,0348	Z	0
X	31,0797	Y	12,8611	Z	0
X	32,0887	Y	12,6727	Z	0
X	33,095	Y	12,4696	Z	0
X	34,0982	Y	12,2518	Z	0
X	35,0981	Y	12,0195	Z	0
X	36,0946	Y	11,7726	Z	0
X	37,0873	Y	11,5112	Z	0
X	38,0761	Y	11,2354	Z	0
X	39,0608	Y	10,9453	Z	0
X	40,0411	Y	10,6408	Z	0
X	41,0168	Y	10,3221	Z	0
X	41,9878	Y	9,9892	Z	0
X	42,9536	Y	9,6421	Z	0
X	43,9143	Y	9,281	Z	0
X	44,8694	Y	8,9059	Z	0
X	45,8189	Y	8,5168	Z	0
X	46,7625	Y	8,1139	Z	0
X	47,7002	Y	7,697	Z	0

X	48,6318	Y	7,2665	Z	0
X	49,557	Y	6,8223	Z	0
X	50,4757	Y	6,3646	Z	0
X	51,3877	Y	5,8936	Z	0
X	52,2927	Y	5,4093	Z	0
X	53,1907	Y	4,9118	Z	0
X	54,0813	Y	4,4014	Z	0
X	54,9645	Y	3,878	Z	0
X	55,8399	Y	3,3418	Z	0
X	56,7074	Y	2,7929	Z	0
X	57,5669	Y	2,2315	Z	0
X	58,4181	Y	1,6577	Z	0
X	59,2608	Y	1,0715	Z	0
X	60,0949	Y	0,4732	Z	0
X	60,9201	Y	-0,1372	Z	0
X	61,7362	Y	-0,7596	Z	0
X	62,5432	Y	-1,3938	Z	0
X	63,3407	Y	-2,0397	Z	0
X	64,1285	Y	-2,6971	Z	0
X	64,8746	Y	-3,3387	Z	0
X	64,9507	Y	-3,4099	Z	0
X	64,9955	Y	-3,458	Z	0
X	65,0387	Y	-3,5111	Z	0
X	65,0779	Y	-3,5665	Z	0
X	65,112	Y	-3,6224	Z	0
X	65,1426	Y	-3,6811	Z	0
X	65,1709	Y	-3,7456	Z	0
X	65,1956	Y	-3,8137	Z	0
X	65,2155	Y	-3,8825	Z	0
X	65,2301	Y	-3,9489	Z	0
X	65,2405	Y	-4,0189	Z	0
X	65,2465	Y	-4,0923	Z	0
X	65,2476	Y	-4,1672	Z	0
X	65,2438	Y	-4,2405	Z	0
X	65,2345	Y	-4,318	Z	0
X	65,2257	Y	-4,3664	Z	0
X	65,2115	Y	-4,4247	Z	0
X	65,1937	Y	-4,4834	Z	0
X	65,1728	Y	-4,5404	Z	0
X	65,1497	Y	-4,594	Z	0
X	65,1249	Y	-4,6433	Z	0
X	65,0984	Y	-4,6892	Z	0
X	65,0679	Y	-4,7358	Z	0
X	65,0342	Y	-4,7813	Z	0
X	64,9984	Y	-4,8242	Z	0
X	64,9621	Y	-4,8631	Z	0

X	64,9256	Y	-4,8978	Z	0
X	64,8903	Y	-4,9277	Z	0
X	64,8505	Y	-4,9575	Z	0
X	64,8082	Y	-4,9857	Z	0
X	64,7649	Y	-5,0111	Z	0
X	64,7225	Y	-5,0327	Z	0
X	64,6894	Y	-5,0473	Z	0
X	64,634	Y	-5,0675	Z	0
X	64,5815	Y	-5,0827	Z	0
X	64,527	Y	-5,0945	Z	0
X	64,4736	Y	-5,1023	Z	0
X	64,4229	Y	-5,1062	Z	0
X	64,3746	Y	-5,1065	Z	0
X	64,3215	Y	-5,1033	Z	0
X	64,267	Y	-5,0963	Z	0
X	64,214	Y	-5,0859	Z	0
X	64,1614	Y	-5,0718	Z	0
X	64,1183	Y	-5,0572	Z	0
X	64,013	Y	-5,0137	Z	0
X	63,1275	Y	-4,6254	Z	0
X	62,1813	Y	-4,2293	Z	0
X	61,2288	Y	-3,8489	Z	0
X	60,2703	Y	-3,4845	Z	0
X	59,306	Y	-3,136	Z	0
X	58,3361	Y	-2,8035	Z	0
X	57,361	Y	-2,487	Z	0
X	56,3809	Y	-2,1867	Z	0
X	55,3961	Y	-1,9025	Z	0
X	54,4067	Y	-1,6346	Z	0
X	53,4131	Y	-1,3829	Z	0
X	52,4155	Y	-1,1477	Z	0
X	51,4142	Y	-0,9288	Z	0
X	50,4094	Y	-0,7264	Z	0
X	49,4014	Y	-0,5405	Z	0
X	48,3905	Y	-0,3712	Z	0
X	47,3768	Y	-0,2186	Z	0
X	46,3608	Y	-0,0826	Z	0
X	45,3425	Y	0,0365	Z	0
X	44,3224	Y	0,1388	Z	0
X	43,3006	Y	0,2242	Z	0
X	42,2774	Y	0,2927	Z	0
X	41,253	Y	0,3441	Z	0
X	40,2278	Y	0,3784	Z	0
X	39,2022	Y	0,3956	Z	0
X	38,1765	Y	0,3871	Z	0
X	37,151	Y	0,3786	Z	0

X	36,1261	Y	0,3446	Z	0
X	35,1019	Y	0,2936	Z	0
X	34,0788	Y	0,2256	Z	0
X	33,0569	Y	0,1408	Z	0
X	32,0367	Y	0,0392	Z	0
X	31,0182	Y	-0,0793	Z	0
X	30,0019	Y	-0,2145	Z	0
X	28,9879	Y	-0,3663	Z	0
X	27,9765	Y	-0,5349	Z	0
X	26,9681	Y	-0,72	Z	0
X	25,9627	Y	-0,9218	Z	0
X	24,9607	Y	-1,1401	Z	0
X	23,9624	Y	-1,375	Z	0
X	22,968	Y	-1,6264	Z	0
X	21,9778	Y	-1,8944	Z	0
X	20,9922	Y	-2,1788	Z	0
X	20,0113	Y	-2,4797	Z	0
X	19,0355	Y	-2,7971	Z	0
X	18,065	Y	-3,1309	Z	0
X	17,1001	Y	-3,4812	Z	0
X	16,1412	Y	-3,8478	Z	0
X	15,1889	Y	-4,2306	Z	0
X	14,2438	Y	-4,6291	Z	0
X	13,306	Y	-5,0429	Z	0
X	12,3757	Y	-5,4718	Z	0
X	11,453	Y	-5,9153	Z	0
X	10,5376	Y	-6,3735	Z	0
X	9,5861	Y	-6,8689	Z	0
X	8,6431	Y	-7,3793	Z	0
X	7,7093	Y	-7,904	Z	0
X	6,7847	Y	-8,4423	Z	0
X	5,3102	Y	-9,3316	Z	0
X	5,056	Y	-9,4744	Z	0
X	4,7917	Y	-9,6153	Z	0
X	4,3449	Y	-9,842	Z	0
X	3,8972	Y	-10,0562	Z	0
X	3,445	Y	-10,2596	Z	0
X	2,9887	Y	-10,4521	Z	0
X	2,5286	Y	-10,6333	Z	0
X	2,0652	Y	-10,803	Z	0
X	1,5987	Y	-10,9609	Z	0
X	1,1295	Y	-11,1068	Z	0
X	0,6568	Y	-11,241	Z	0
X	0,2154	Y	-11,3545	Z	0
X	-0,2287	Y	-11,4573	Z	0
X	-0,6739	Y	-11,5489	Z	0

X	-1,1201	Y	-11,6292	Z	0
X	-1,5669	Y	-11,698	Z	0
X	-2,014	Y	-11,7552	Z	0
X	-2,4613	Y	-11,8006	Z	0
X	-2,9084	Y	-11,8341	Z	0
X	-3,3551	Y	-11,8555	Z	0
X	-3,8013	Y	-11,8647	Z	0
X	-4,2499	Y	-11,8615	Z	0
X	-4,6221	Y	-11,8493	Z	0
X	-4,9957	Y	-11,8279	Z	0
X	-5,3667	Y	-11,7973	Z	0
X	-5,7348	Y	-11,7575	Z	0
X	-6,0996	Y	-11,7083	Z	0
X	-6,4605	Y	-11,6497	Z	0
X	-6,8173	Y	-11,5816	Z	0
X	-7,1695	Y	-11,5039	Z	0
X	-7,5168	Y	-11,4166	Z	0
X	-7,8588	Y	-11,3196	Z	0
X	-8,1953	Y	-11,2128	Z	0
X	-8,526	Y	-11,0962	Z	0
X	-8,8525	Y	-10,969	Z	0
X	-9,1474	Y	-10,8431	Z	0
X	-9,439	Y	-10,7077	Z	0
X	-9,725	Y	-10,5636	Z	0
X	-10,005	Y	-10,4112	Z	0
X	-10,2782	Y	-10,2507	Z	0
X	-10,5442	Y	-10,0824	Z	0
X	-10,8023	Y	-9,9065	Z	0
X	-11,0521	Y	-9,7233	Z	0
X	-11,2931	Y	-9,5332	Z	0
X	-11,5248	Y	-9,3364	Z	0
X	-11,7469	Y	-9,1332	Z	0
X	-11,9591	Y	-8,9239	Z	0
X	-12,161	Y	-8,7087	Z	0
X	-12,3526	Y	-8,4875	Z	0
X	-12,5349	Y	-8,259	Z	0
X	-12,7089	Y	-8,0221	Z	0
X	-12,8744	Y	-7,7771	Z	0
X	-13,0311	Y	-7,5245	Z	0
X	-13,1786	Y	-7,2649	Z	0
X	-13,3166	Y	-6,9987	Z	0
X	-13,4447	Y	-6,7268	Z	0
X	-13,5627	Y	-6,4496	Z	0
X	-13,6703	Y	-6,168	Z	0
X	-13,7671	Y	-5,8824	Z	0
X	-13,8531	Y	-5,5937	Z	0

X	-13,9279	Y	-5,3026	Z	0
X	-13,9914	Y	-5,0096	Z	0
X	-14,0435	Y	-4,7152	Z	0
X	-14,0844	Y	-4,4182	Z	0
X	-14,1144	Y	-4,1174	Z	0
X	-14,1336	Y	-3,8125	Z	0
X	-14,142	Y	-3,5041	Z	0
X	-14,1396	Y	-3,1926	Z	0
X	-14,1266	Y	-2,8784	Z	0
X	-14,1034	Y	-2,5661	Z	0
X	-14,0623	Y	-2,1905	Z	0
X	-14,0078	Y	-1,8172	Z	0
X	-13,9395	Y	-1,4426	Z	0
X	-13,8579	Y	-1,0676	Z	0
X	-13,7633	Y	-0,6929	Z	0
X	-13,6561	Y	-0,3196	Z	0
X	-13,5349	Y	0,0573	Z	0
X	-13,4018	Y	0,431	Z	0
X	-13,2571	Y	0,8014	Z	0
X	-13,1008	Y	1,1684	Z	0
X	-12,9332	Y	1,5321	Z	0
X	-12,7545	Y	1,8923	Z	0
X	-12,5649	Y	2,2488	Z	0
X	-12,3647	Y	2,6015	Z	0
X	-12,1541	Y	2,9503	Z	0
X	-11,9332	Y	3,2949	Z	0
X	-11,7025	Y	3,6352	Z	0
X	-11,4644	Y	3,968	Z	0
X	-11,1614	Y	4,3678	Z	0
X	-10,8479	Y	4,7574	Z	0
X	-10,5219	Y	5,1396	Z	0
X	-10,1838	Y	5,5142	Z	0
X	-9,8341	Y	5,8809	Z	0
X	-9,4733	Y	6,2396	Z	0
X	-9,1018	Y	6,5898	Z	0
X	-8,7202	Y	6,9315	Z	0
X	-8,329	Y	7,2643	Z	0
X	-7,9287	Y	7,588	Z	0
X	-7,5206	Y	7,9017	Z	0
X	-7,1055	Y	8,2048	Z	0
X	-6,6838	Y	8,4968	Z	0
X	-6,2559	Y	8,7774	Z	0
X	-5,8221	Y	9,0464	Z	0
X	-5,3826	Y	9,3034	Z	0
X	-4,9378	Y	9,5482	Z	0
X	-4,4879	Y	9,7804	Z	0

X	-4,0332	Y	10	Z	0
X	-3,5733	Y	10,2068	Z	0
M05					
X	-3,9831	Y	11,1519	Z	0
M04					
X	-3,4903	Y	11,3577	Z	0
X	-2,9882	Y	11,5527	Z	0
X	-2,477	Y	11,738	Z	0
X	-1,9571	Y	11,9145	Z	0
X	-1,4311	Y	12,0827	Z	0
X	-0,7596	Y	12,2843	Z	0
X	-0,0812	Y	12,4757	Z	0
X	0,6053	Y	12,6587	Z	0
X	1,296	Y	12,8343	Z	0
X	2,4152	Y	13,1042	Z	0
X	3,535	Y	13,3567	Z	0
X	4,6573	Y	13,5918	Z	0
X	5,7823	Y	13,8091	Z	0
X	6,9098	Y	14,0083	Z	0
X	8,0403	Y	14,1891	Z	0
X	9,1737	Y	14,3514	Z	0
X	10,3099	Y	14,4954	Z	0
X	11,4485	Y	14,621	Z	0
X	12,5898	Y	14,7284	Z	0
X	13,6274	Y	14,81	Z	0
X	14,6669	Y	14,8765	Z	0
X	15,7072	Y	14,9279	Z	0
X	16,7481	Y	14,9642	Z	0
X	17,7894	Y	14,9852	Z	0
X	18,8309	Y	14,9911	Z	0
X	19,8723	Y	14,9818	Z	0
X	20,9134	Y	14,9572	Z	0
X	21,954	Y	14,9174	Z	0
X	22,9939	Y	14,8624	Z	0
X	24,0327	Y	14,7921	Z	0
X	25,0704	Y	14,7065	Z	0
X	26,1068	Y	14,6058	Z	0
X	27,1417	Y	14,4898	Z	0
X	28,1748	Y	14,3587	Z	0
X	29,2059	Y	14,2125	Z	0
X	30,2349	Y	14,0512	Z	0
X	31,2613	Y	13,875	Z	0
X	32,2852	Y	13,6838	Z	0
X	33,3061	Y	13,4777	Z	0
X	34,324	Y	13,2568	Z	0
X	35,3385	Y	13,0211	Z	0

X	36,3496	Y	12,7706	Z	0
X	37,3568	Y	12,5054	Z	0
X	38,3601	Y	12,2256	Z	0
X	39,3592	Y	11,9312	Z	0
X	40,3538	Y	11,6222	Z	0
X	41,3438	Y	11,2988	Z	0
X	42,329	Y	10,9611	Z	0
X	43,309	Y	10,6089	Z	0
X	44,2838	Y	10,2425	Z	0
X	45,253	Y	9,8619	Z	0
X	46,2164	Y	9,467	Z	0
X	47,174	Y	9,0581	Z	0
X	48,1255	Y	8,6352	Z	0
X	49,0707	Y	8,1983	Z	0
X	50,0095	Y	7,7476	Z	0
X	50,9417	Y	7,2832	Z	0
X	51,867	Y	6,8053	Z	0
X	52,7853	Y	6,3139	Z	0
X	53,6964	Y	5,8092	Z	0
X	54,6	Y	5,2913	Z	0
X	55,496	Y	4,7602	Z	0
X	56,3842	Y	4,2162	Z	0
X	57,2645	Y	3,6594	Z	0
X	58,1365	Y	3,0898	Z	0
X	59,0001	Y	2,5075	Z	0
X	59,8551	Y	1,9128	Z	0
X	60,7014	Y	1,3057	Z	0
X	61,5387	Y	0,6864	Z	0
X	62,3668	Y	0,0549	Z	0
X	63,1856	Y	-0,5887	Z	0
X	63,9948	Y	-1,2441	Z	0
X	64,7942	Y	-1,9112	Z	0
X	65,5625	Y	-2,5718	Z	0
X	65,6801	Y	-2,6818	Z	0
X	65,7727	Y	-2,7812	Z	0
X	65,8595	Y	-2,8879	Z	0
X	65,9388	Y	-3	Z	0
X	66,0093	Y	-3,1154	Z	0
X	66,072	Y	-3,2357	Z	0
X	66,1277	Y	-3,3628	Z	0
X	66,1755	Y	-3,4946	Z	0
X	66,2143	Y	-3,6287	Z	0
X	66,2436	Y	-3,7624	Z	0
X	66,2643	Y	-3,901	Z	0
X	66,2759	Y	-4,0429	Z	0
X	66,278	Y	-4,1862	Z	0

X	66,2706	Y	-4,3282	Z	0
X	66,2534	Y	-4,4722	Z	0
X	66,2334	Y	-4,5812	Z	0
X	66,2055	Y	-4,6961	Z	0
X	66,1709	Y	-4,8102	Z	0
X	66,13	Y	-4,9218	Z	0
X	66,0836	Y	-5,0293	Z	0
X	66,0321	Y	-5,132	Z	0
X	65,9759	Y	-5,2294	Z	0
X	65,9131	Y	-5,3252	Z	0
X	65,8445	Y	-5,4179	Z	0
X	65,771	Y	-5,5061	Z	0
X	65,6939	Y	-5,5886	Z	0
X	65,6137	Y	-5,6649	Z	0
X	65,5325	Y	-5,7335	Z	0
X	65,4456	Y	-5,7988	Z	0
X	65,3543	Y	-5,8595	Z	0
X	65,2601	Y	-5,9147	Z	0
X	65,1645	Y	-5,9636	Z	0
X	65,0734	Y	-6,0036	Z	0
X	64,9536	Y	-6,0473	Z	0
X	64,8336	Y	-6,0819	Z	0
X	64,7107	Y	-6,1086	Z	0
X	64,5876	Y	-6,1266	Z	0
X	64,4659	Y	-6,1359	Z	0
X	64,3469	Y	-6,1367	Z	0
X	64,2247	Y	-6,1293	Z	0
X	64,1019	Y	-6,1136	Z	0
X	63,9812	Y	-6,0898	Z	0
X	63,8623	Y	-6,058	Z	0
X	63,7558	Y	-6,0218	Z	0
X	63,6096	Y	-5,9614	Z	0
X	62,7217	Y	-5,5722	Z	0
X	61,7914	Y	-5,1826	Z	0
X	60,8548	Y	-4,8086	Z	0
X	59,9122	Y	-4,4503	Z	0
X	58,9639	Y	-4,1075	Z	0
X	58,0101	Y	-3,7805	Z	0
X	57,0512	Y	-3,4693	Z	0
X	56,0873	Y	-3,174	Z	0
X	55,1187	Y	-2,8945	Z	0
X	54,1456	Y	-2,631	Z	0
X	53,1684	Y	-2,3835	Z	0
X	52,1873	Y	-2,1521	Z	0
X	51,2025	Y	-1,9368	Z	0
X	50,2143	Y	-1,7377	Z	0

X	49,223	Y	-1,5549	Z	0
X	48,2287	Y	-1,3884	Z	0
X	47,2319	Y	-1,2383	Z	0
X	46,2326	Y	-1,1047	Z	0
X	45,2313	Y	-0,9875	Z	0
X	44,2281	Y	-0,8869	Z	0
X	43,2233	Y	-0,8029	Z	0
X	42,2172	Y	-0,7356	Z	0
X	41,21	Y	-0,685	Z	0
X	40,202	Y	-0,6513	Z	0
X	39,1935	Y	-0,6344	Z	0
X	38,185	Y	-0,64275	Z	0
X	37,1767	Y	-0,6511	Z	0
X	36,1688	Y	-0,6846	Z	0
X	35,1617	Y	-0,7347	Z	0
X	34,1555	Y	-0,8015	Z	0
X	33,1506	Y	-0,885	Z	0
X	32,1472	Y	-0,9849	Z	0
X	31,1456	Y	-1,1014	Z	0
X	30,1461	Y	-1,2344	Z	0
X	29,1489	Y	-1,3837	Z	0
X	28,1542	Y	-1,5495	Z	0
X	27,1624	Y	-1,7316	Z	0
X	26,1737	Y	-1,93	Z	0
X	25,1883	Y	-2,1447	Z	0
X	24,2066	Y	-2,3757	Z	0
X	23,2288	Y	-2,6229	Z	0
X	22,2552	Y	-2,8864	Z	0
X	21,286	Y	-3,1661	Z	0
X	20,3216	Y	-3,4619	Z	0
X	19,3623	Y	-3,7739	Z	0
X	18,4082	Y	-4,1021	Z	0
X	17,4597	Y	-4,4464	Z	0
X	16,5172	Y	-4,8068	Z	0
X	15,5811	Y	-5,183	Z	0
X	14,6518	Y	-5,5749	Z	0
X	13,7296	Y	-5,9819	Z	0
X	12,8145	Y	-6,4037	Z	0
X	11,9066	Y	-6,8401	Z	0
X	11,0059	Y	-7,2909	Z	0
X	10,0691	Y	-7,7786	Z	0
X	9,1406	Y	-8,2813	Z	0
X	8,2207	Y	-8,7981	Z	0
X	7,3095	Y	-9,3285	Z	0
X	5,8261	Y	-10,2233	Z	0
X	5,5506	Y	-10,378	Z	0

X	5,2669	Y	-10,5292	Z	0
X	4,8002	Y	-10,766	Z	0
X	4,3308	Y	-10,9905	Z	0
X	3,8565	Y	-11,2039	Z	0
X	3,3776	Y	-11,4059	Z	0
X	2,8944	Y	-11,5962	Z	0
X	2,4074	Y	-11,7745	Z	0
X	1,9169	Y	-11,9406	Z	0
X	1,4231	Y	-12,0942	Z	0
X	0,9257	Y	-12,2353	Z	0
X	0,4599	Y	-12,3551	Z	0
X	-0,0087	Y	-12,4636	Z	0
X	-0,4789	Y	-12,5604	Z	0
X	-0,9505	Y	-12,6453	Z	0
X	-1,4232	Y	-12,7181	Z	0
X	-1,8967	Y	-12,7786	Z	0
X	-2,3708	Y	-12,8267	Z	0
X	-2,8453	Y	-12,8622	Z	0
X	-3,3198	Y	-12,8849	Z	0
X	-3,7943	Y	-12,8947	Z	0
X	-4,2705	Y	-12,8914	Z	0
X	-4,6685	Y	-12,8783	Z	0
X	-5,0674	Y	-12,8554	Z	0
X	-5,4644	Y	-12,8228	Z	0
X	-5,859	Y	-12,7801	Z	0
X	-6,2509	Y	-12,7272	Z	0
X	-6,6397	Y	-12,6641	Z	0
X	-7,0249	Y	-12,5906	Z	0
X	-7,4061	Y	-12,5065	Z	0
X	-7,783	Y	-12,4117	Z	0
X	-8,1552	Y	-12,3061	Z	0
X	-8,5224	Y	-12,1896	Z	0
X	-8,8843	Y	-12,062	Z	0
X	-9,2418	Y	-11,9227	Z	0
X	-9,5666	Y	-11,784	Z	0
X	-9,8876	Y	-11,635	Z	0
X	-10,203	Y	-11,4762	Z	0
X	-10,5122	Y	-11,3079	Z	0
X	-10,8147	Y	-11,1302	Z	0
X	-11,1098	Y	-10,9434	Z	0
X	-11,397	Y	-10,7476	Z	0
X	-11,6758	Y	-10,5432	Z	0
X	-11,9456	Y	-10,3303	Z	0
X	-12,206	Y	-10,1092	Z	0
X	-12,4565	Y	-9,8801	Z	0
X	-12,6967	Y	-9,6431	Z	0

X	-12,9262	Y	-9,3984	Z	0
X	-13,1447	Y	-9,1461	Z	0
X	-13,3528	Y	-8,8854	Z	0
X	-13,551	Y	-8,6156	Z	0
X	-13,7391	Y	-8,3371	Z	0
X	-13,9169	Y	-8,0506	Z	0
X	-14,084	Y	-7,7565	Z	0
X	-14,24	Y	-7,4554	Z	0
X	-14,3848	Y	-7,1481	Z	0
X	-14,518	Y	-6,8352	Z	0
X	-14,6394	Y	-6,5172	Z	0
X	-14,7488	Y	-6,1949	Z	0
X	-14,8458	Y	-5,8689	Z	0
X	-14,9304	Y	-5,5399	Z	0
X	-15,0022	Y	-5,2086	Z	0
X	-15,0612	Y	-4,8753	Z	0
X	-15,1074	Y	-4,5396	Z	0
X	-15,1412	Y	-4,2008	Z	0
X	-15,1627	Y	-3,8588	Z	0
X	-15,1721	Y	-3,5142	Z	0
X	-15,1695	Y	-3,1675	Z	0
X	-15,155	Y	-2,819	Z	0
X	-15,1292	Y	-2,4719	Z	0
X	-15,0842	Y	-2,06	Z	0
X	-15,0243	Y	-1,6503	Z	0
X	-14,9497	Y	-1,2407	Z	0
X	-14,8607	Y	-0,8319	Z	0
X	-14,7578	Y	-0,4246	Z	0
X	-14,6416	Y	-0,0198	Z	0
X	-14,5106	Y	0,3878	Z	0
X	-14,3669	Y	0,7913	Z	0
X	-14,2108	Y	1,1907	Z	0
X	-14,0426	Y	1,5858	Z	0
X	-13,8625	Y	1,9766	Z	0
X	-13,6707	Y	2,3631	Z	0
X	-13,4677	Y	2,7449	Z	0
X	-13,2536	Y	3,1221	Z	0
X	-13,0287	Y	3,4944	Z	0
X	-12,7933	Y	3,8618	Z	0
X	-12,5478	Y	4,224	Z	0
X	-12,2938	Y	4,5789	Z	0
X	-11,9733	Y	5,0019	Z	0
X	-11,6411	Y	5,4147	Z	0
X	-11,2962	Y	5,819	Z	0
X	-10,939	Y	6,2148	Z	0
X	-10,57	Y	6,6017	Z	0

X	-10,1898	Y	6,9796	Z	0
X	-9,7988	Y	7,3483	Z	0
X	-9,3975	Y	7,7076	Z	0
X	-8,9866	Y	8,0572	Z	0
X	-8,5665	Y	8,3969	Z	0
X	-8,1382	Y	8,7261	Z	0
X	-7,7024	Y	9,0443	Z	0
X	-7,2595	Y	9,351	Z	0
X	-6,8098	Y	9,6459	Z	0
X	-6,3535	Y	9,9288	Z	0
X	-5,891	Y	10,1993	Z	0
X	-5,4224	Y	10,4571	Z	0
X	-4,9481	Y	10,702	Z	0
X	-4,4684	Y	10,9336	Z	0
X	-3,9831	Y	11,1519	Z	0
M05					
X	-4,3929	Y	12,097	Z	0
M04					
X	-3,8753	Y	12,3132	Z	0
X	-3,3502	Y	12,5171	Z	0
X	-2,8181	Y	12,7099	Z	0
X	-2,2795	Y	12,8928	Z	0
X	-1,736	Y	13,0665	Z	0
X	-1,0476	Y	13,2733	Z	0
X	-0,3537	Y	13,469	Z	0
X	0,3457	Y	13,6555	Z	0
X	1,0484	Y	13,8341	Z	0
X	2,1812	Y	14,1073	Z	0
X	3,3161	Y	14,3632	Z	0
X	4,454	Y	14,6016	Z	0
X	5,595	Y	14,822	Z	0
X	6,7389	Y	15,0241	Z	0
X	7,8859	Y	15,2075	Z	0
X	9,036	Y	15,3722	Z	0
X	10,1887	Y	15,5183	Z	0
X	11,3437	Y	15,6457	Z	0
X	12,5012	Y	15,7546	Z	0
X	13,5541	Y	15,8374	Z	0
X	14,6085	Y	15,9049	Z	0
X	15,6638	Y	15,957	Z	0
X	16,7197	Y	15,9938	Z	0
X	17,7761	Y	16,0152	Z	0
X	18,8326	Y	16,0211	Z	0
X	19,889	Y	16,0116	Z	0
X	20,9452	Y	15,9867	Z	0
X	22,0009	Y	15,9464	Z	0

X	23,0558	Y	15,8905	Z	0
X	24,1098	Y	15,8192	Z	0
X	25,1626	Y	15,7324	Z	0
X	26,2141	Y	15,6302	Z	0
X	27,2639	Y	15,5125	Z	0
X	28,312	Y	15,3795	Z	0
X	29,358	Y	15,2312	Z	0
X	30,4017	Y	15,0677	Z	0
X	31,443	Y	14,8889	Z	0
X	32,4816	Y	14,6949	Z	0
X	33,5173	Y	14,4859	Z	0
X	34,5498	Y	14,2618	Z	0
X	35,579	Y	14,0226	Z	0
X	36,6045	Y	13,7685	Z	0
X	37,6263	Y	13,4995	Z	0
X	38,644	Y	13,2157	Z	0
X	39,6575	Y	12,917	Z	0
X	40,6665	Y	12,6037	Z	0
X	41,6708	Y	12,2756	Z	0
X	42,6702	Y	11,9329	Z	0
X	43,6644	Y	11,5757	Z	0
X	44,6533	Y	11,204	Z	0
X	45,6365	Y	10,8178	Z	0
X	46,614	Y	10,4173	Z	0
X	47,5855	Y	10,0024	Z	0
X	48,5508	Y	9,5733	Z	0
X	49,5097	Y	9,1301	Z	0
X	50,4621	Y	8,6729	Z	0
X	51,4077	Y	8,2018	Z	0
X	52,3463	Y	7,717	Z	0
X	53,2779	Y	7,2185	Z	0
X	54,2021	Y	6,7065	Z	0
X	55,1187	Y	6,1811	Z	0
X	56,0276	Y	5,6425	Z	0
X	56,9286	Y	5,0907	Z	0
X	57,8215	Y	4,5258	Z	0
X	58,706	Y	3,948	Z	0
X	59,5821	Y	3,3574	Z	0
X	60,4494	Y	2,7541	Z	0
X	61,3079	Y	2,1383	Z	0
X	62,1572	Y	1,51	Z	0
X	62,9973	Y	0,8693	Z	0
X	63,828	Y	0,2165	Z	0
X	64,6489	Y	-0,4484	Z	0
X	65,46	Y	-1,1253	Z	0
X	66,2504	Y	-1,8049	Z	0

X	66,4095	Y	-1,9538	Z	0
X	66,5498	Y	-2,1043	Z	0
X	66,6804	Y	-2,2648	Z	0
X	66,7996	Y	-2,4334	Z	0
X	66,9065	Y	-2,6083	Z	0
X	67,0013	Y	-2,7903	Z	0
X	67,0846	Y	-2,98	Z	0
X	67,1554	Y	-3,1756	Z	0
X	67,2132	Y	-3,3749	Z	0
X	67,2572	Y	-3,5759	Z	0
X	67,2882	Y	-3,7831	Z	0
X	67,3053	Y	-3,9935	Z	0
X	67,3084	Y	-4,2052	Z	0
X	67,2975	Y	-4,416	Z	0
X	67,2723	Y	-4,6264	Z	0
X	67,2412	Y	-4,796	Z	0
X	67,1995	Y	-4,9675	Z	0
X	67,1481	Y	-5,137	Z	0
X	67,0873	Y	-5,3032	Z	0
X	67,0175	Y	-5,4647	Z	0
X	66,9393	Y	-5,6206	Z	0
X	66,8534	Y	-5,7696	Z	0
X	66,7583	Y	-5,9146	Z	0
X	66,6547	Y	-6,0545	Z	0
X	66,5436	Y	-6,188	Z	0
X	66,4257	Y	-6,314	Z	0
X	66,3017	Y	-6,432	Z	0
X	66,1748	Y	-6,5393	Z	0
X	66,0406	Y	-6,64	Z	0
X	65,9004	Y	-6,7334	Z	0
X	65,7552	Y	-6,8184	Z	0
X	65,6064	Y	-6,8944	Z	0
X	65,4574	Y	-6,9599	Z	0
X	65,2732	Y	-7,0271	Z	0
X	65,0858	Y	-7,0812	Z	0
X	64,8944	Y	-7,1226	Z	0
X	64,7016	Y	-7,1509	Z	0
X	64,5089	Y	-7,1656	Z	0
X	64,3193	Y	-7,1669	Z	0
X	64,1279	Y	-7,1553	Z	0
X	63,9368	Y	-7,1308	Z	0
X	63,7484	Y	-7,0938	Z	0
X	63,5633	Y	-7,0442	Z	0
X	63,3932	Y	-6,9865	Z	0
X	63,2062	Y	-6,9092	Z	0
X	62,316	Y	-6,519	Z	0

X	61,4015	Y	-6,136	Z	0
X	60,4807	Y	-5,7684	Z	0
X	59,5541	Y	-5,416	Z	0
X	58,6218	Y	-5,0791	Z	0
X	57,6841	Y	-4,7576	Z	0
X	56,7413	Y	-4,4516	Z	0
X	55,7936	Y	-4,1612	Z	0
X	54,8413	Y	-3,8865	Z	0
X	53,8846	Y	-3,6274	Z	0
X	52,9238	Y	-3,384	Z	0
X	51,9591	Y	-3,1565	Z	0
X	50,9908	Y	-2,9449	Z	0
X	50,0192	Y	-2,7491	Z	0
X	49,0445	Y	-2,5694	Z	0
X	48,067	Y	-2,4057	Z	0
X	47,0869	Y	-2,2581	Z	0
X	46,1045	Y	-2,1267	Z	0
X	45,12	Y	-2,0115	Z	0
X	44,1338	Y	-1,9126	Z	0
X	43,146	Y	-1,83	Z	0
X	42,157	Y	-1,7639	Z	0
X	41,1669	Y	-1,7142	Z	0
X	40,1761	Y	-1,681	Z	0
X	39,1849	Y	-1,6644	Z	0
X	38,1935	Y	-1,6726	Z	0
X	37,2023	Y	-1,6808	Z	0
X	36,2115	Y	-1,7137	Z	0
X	35,2214	Y	-1,763	Z	0
X	34,2322	Y	-1,8287	Z	0
X	33,2443	Y	-1,9107	Z	0
X	32,2578	Y	-2,009	Z	0
X	31,273	Y	-2,1235	Z	0
X	30,2903	Y	-2,2542	Z	0
X	29,3098	Y	-2,4011	Z	0
X	28,3319	Y	-2,5641	Z	0
X	27,3567	Y	-2,7431	Z	0
X	26,3847	Y	-2,9382	Z	0
X	25,4159	Y	-3,1493	Z	0
X	24,4508	Y	-3,3763	Z	0
X	23,4896	Y	-3,6194	Z	0
X	22,5325	Y	-3,8784	Z	0
X	21,5799	Y	-4,1533	Z	0
X	20,632	Y	-4,4441	Z	0
X	19,6891	Y	-4,7507	Z	0
X	18,7515	Y	-5,0733	Z	0
X	17,8194	Y	-5,4116	Z	0

X	16,8932	Y	-5,7657	Z	0
X	15,9733	Y	-6,1355	Z	0
X	15,0598	Y	-6,5206	Z	0
X	14,1531	Y	-6,9208	Z	0
X	13,2532	Y	-7,3356	Z	0
X	12,3603	Y	-7,7649	Z	0
X	11,4743	Y	-8,2083	Z	0
X	10,5522	Y	-8,6884	Z	0
X	9,638	Y	-9,1832	Z	0
X	8,7321	Y	-9,6922	Z	0
X	7,8344	Y	-10,2148	Z	0
X	6,3419	Y	-11,1149	Z	0
X	6,0451	Y	-11,2816	Z	0
X	5,7422	Y	-11,443	Z	0
X	5,2555	Y	-11,6899	Z	0
X	4,7644	Y	-11,9249	Z	0
X	4,268	Y	-12,1483	Z	0
X	3,7665	Y	-12,3598	Z	0
X	3,2603	Y	-12,5591	Z	0
X	2,7497	Y	-12,7461	Z	0
X	2,2351	Y	-12,9203	Z	0
X	1,7167	Y	-13,0816	Z	0
X	1,1946	Y	-13,2297	Z	0
X	0,7044	Y	-13,3558	Z	0
X	0,2114	Y	-13,4699	Z	0
X	-0,2838	Y	-13,5718	Z	0
X	-0,7808	Y	-13,6613	Z	0
X	-1,2794	Y	-13,7381	Z	0
X	-1,7794	Y	-13,802	Z	0
X	-2,2804	Y	-13,8528	Z	0
X	-2,7822	Y	-13,8904	Z	0
X	-3,2846	Y	-13,9144	Z	0
X	-3,7872	Y	-13,9248	Z	0
X	-4,291	Y	-13,9213	Z	0
X	-4,7149	Y	-13,9073	Z	0
X	-5,1391	Y	-13,883	Z	0
X	-5,562	Y	-13,8482	Z	0
X	-5,9832	Y	-13,8026	Z	0
X	-6,4023	Y	-13,7462	Z	0
X	-6,8188	Y	-13,6785	Z	0
X	-7,2324	Y	-13,5996	Z	0
X	-7,6427	Y	-13,5091	Z	0
X	-8,0492	Y	-13,4068	Z	0
X	-8,4516	Y	-13,2927	Z	0
X	-8,8495	Y	-13,1664	Z	0
X	-9,2426	Y	-13,0278	Z	0

X	-9,631	Y	-12,8765	Z	0
X	-9,9859	Y	-12,725	Z	0
X	-10,3362	Y	-12,5623	Z	0
X	-10,6809	Y	-12,3887	Z	0
X	-11,0194	Y	-12,2045	Z	0
X	-11,3511	Y	-12,0096	Z	0
X	-11,6754	Y	-11,8043	Z	0
X	-11,9918	Y	-11,5888	Z	0
X	-12,2995	Y	-11,3631	Z	0
X	-12,5982	Y	-11,1275	Z	0
X	-12,8872	Y	-10,882	Z	0
X	-13,1661	Y	-10,6269	Z	0
X	-13,4343	Y	-10,3623	Z	0
X	-13,6914	Y	-10,0882	Z	0
X	-13,9368	Y	-9,8048	Z	0
X	-14,1707	Y	-9,5118	Z	0
X	-14,3931	Y	-9,209	Z	0
X	-14,6039	Y	-8,8971	Z	0
X	-14,8027	Y	-8,5766	Z	0
X	-14,9893	Y	-8,248	Z	0
X	-15,1634	Y	-7,9122	Z	0
X	-15,3249	Y	-7,5695	Z	0
X	-15,4733	Y	-7,2207	Z	0
X	-15,6086	Y	-6,8665	Z	0
X	-15,7304	Y	-6,5074	Z	0
X	-15,8386	Y	-6,1441	Z	0
X	-15,9328	Y	-5,7773	Z	0
X	-16,013	Y	-5,4076	Z	0
X	-16,0789	Y	-5,0355	Z	0
X	-16,1305	Y	-4,6611	Z	0
X	-16,168	Y	-4,2842	Z	0
X	-16,1918	Y	-3,9051	Z	0
X	-16,2022	Y	-3,5243	Z	0
X	-16,1993	Y	-3,1423	Z	0
X	-16,1835	Y	-2,7595	Z	0
X	-16,1551	Y	-2,3777	Z	0
X	-16,1061	Y	-1,9295	Z	0
X	-16,0409	Y	-1,4834	Z	0
X	-15,9598	Y	-1,0388	Z	0
X	-15,8635	Y	-0,5962	Z	0
X	-15,7524	Y	-0,1563	Z	0
X	-15,6271	Y	0,28	Z	0
X	-15,4862	Y	0,7183	Z	0
X	-15,3319	Y	1,1516	Z	0
X	-15,1645	Y	1,5799	Z	0
X	-14,9844	Y	2,0032	Z	0

X	-14,7917	Y	2,4212	Z	0
X	-14,587	Y	2,8338	Z	0
X	-14,3704	Y	3,2411	Z	0
X	-14,1424	Y	3,6427	Z	0
X	-13,9033	Y	4,0386	Z	0
X	-13,6534	Y	4,4287	Z	0
X	-13,393	Y	4,8128	Z	0
X	-13,1233	Y	5,1897	Z	0
X	-12,7851	Y	5,636	Z	0
X	-12,4343	Y	6,0719	Z	0
X	-12,0704	Y	6,4984	Z	0
X	-11,6941	Y	6,9154	Z	0
X	-11,3059	Y	7,3225	Z	0
X	-10,9063	Y	7,7197	Z	0
X	-10,4958	Y	8,1068	Z	0
X	-10,0749	Y	8,4837	Z	0
X	-9,6442	Y	8,85	Z	0
X	-9,2043	Y	9,2058	Z	0
X	-8,7558	Y	9,5505	Z	0
X	-8,2994	Y	9,8837	Z	0
X	-7,8353	Y	10,2051	Z	0
X	-7,3637	Y	10,5144	Z	0
X	-6,885	Y	10,8112	Z	0
X	-6,3993	Y	11,0952	Z	0
X	-5,9071	Y	11,3661	Z	0
X	-5,4084	Y	11,6235	Z	0
X	-4,9037	Y	11,8672	Z	0
X	-4,3929	Y	12,097	Z	0
M05					
X	-4,8027	Y	13,0421	Z	0
M04					
X	-4,2603	Y	13,2686	Z	0
X	-3,7122	Y	13,4815	Z	0
X	-3,1592	Y	13,6819	Z	0
X	-2,6019	Y	13,8711	Z	0
X	-2,0409	Y	14,0504	Z	0
X	-1,3355	Y	14,2623	Z	0
X	-0,6262	Y	14,4623	Z	0
X	0,0861	Y	14,6523	Z	0
X	0,8007	Y	14,8339	Z	0
X	1,9472	Y	15,1104	Z	0
X	3,0972	Y	15,3697	Z	0
X	4,2507	Y	15,6113	Z	0
X	5,4077	Y	15,8349	Z	0
X	6,568	Y	16,0398	Z	0
X	7,7316	Y	16,2259	Z	0

X	8,8982	Y	16,393	Z	0
X	10,0675	Y	16,5411	Z	0
X	11,239	Y	16,6704	Z	0
X	12,4126	Y	16,7808	Z	0
X	13,4808	Y	16,8648	Z	0
X	14,5502	Y	16,9333	Z	0
X	15,6205	Y	16,9862	Z	0
X	16,6914	Y	17,0234	Z	0
X	17,7628	Y	17,0451	Z	0
X	18,8343	Y	17,0511	Z	0
X	19,9058	Y	17,0415	Z	0
X	20,9771	Y	17,0163	Z	0
X	22,0478	Y	16,9753	Z	0
X	23,1178	Y	16,9187	Z	0
X	24,1869	Y	16,8464	Z	0
X	25,2548	Y	16,7583	Z	0
X	26,3213	Y	16,6546	Z	0
X	27,3861	Y	16,5353	Z	0
X	28,4491	Y	16,4004	Z	0
X	29,51	Y	16,25	Z	0
X	30,5686	Y	16,0841	Z	0
X	31,6247	Y	15,9028	Z	0
X	32,6781	Y	15,7061	Z	0
X	33,7285	Y	15,494	Z	0
X	34,7756	Y	15,2667	Z	0
X	35,8194	Y	15,0242	Z	0
X	36,8595	Y	14,7665	Z	0
X	37,8958	Y	14,4937	Z	0
X	38,928	Y	14,2058	Z	0
X	39,9558	Y	13,9029	Z	0
X	40,9792	Y	13,5851	Z	0
X	41,9977	Y	13,2524	Z	0
X	43,0114	Y	12,9048	Z	0
X	44,0198	Y	12,5425	Z	0
X	45,0228	Y	12,1654	Z	0
X	46,0201	Y	11,7738	Z	0
X	47,0116	Y	11,3675	Z	0
X	47,9969	Y	10,9467	Z	0
X	48,976	Y	10,5114	Z	0
X	49,9487	Y	10,0619	Z	0
X	50,9146	Y	9,5982	Z	0
X	51,8737	Y	9,1204	Z	0
X	52,8257	Y	8,6287	Z	0
X	53,7704	Y	8,1231	Z	0
X	54,7077	Y	7,6039	Z	0
X	55,6374	Y	7,071	Z	0

X	56,5592	Y	6,5247	Z	0
X	57,4729	Y	5,9651	Z	0
X	58,3785	Y	5,3922	Z	0
X	59,2756	Y	4,8062	Z	0
X	60,164	Y	4,2072	Z	0
X	61,0437	Y	3,5954	Z	0
X	61,9144	Y	2,9708	Z	0
X	62,7758	Y	2,3336	Z	0
X	63,6279	Y	1,6838	Z	0
X	64,4704	Y	1,0217	Z	0
X	65,3031	Y	0,3472	Z	0
X	66,1258	Y	-0,3393	Z	0
X	66,9383	Y	-1,038	Z	0
X	67,139	Y	-1,2257	Z	0
X	67,327	Y	-1,4275	Z	0
X	67,5012	Y	-1,6417	Z	0
X	67,6605	Y	-1,8668	Z	0
X	67,8038	Y	-2,1013	Z	0
X	67,9307	Y	-2,3449	Z	0
X	68,0414	Y	-2,5971	Z	0
X	68,1353	Y	-2,8565	Z	0
X	68,212	Y	-3,1211	Z	0
X	68,2708	Y	-3,3894	Z	0
X	68,312	Y	-3,6652	Z	0
X	68,3346	Y	-3,9441	Z	0
X	68,3388	Y	-4,2243	Z	0
X	68,3243	Y	-4,5037	Z	0
X	68,2912	Y	-4,7807	Z	0
X	68,249	Y	-5,0108	Z	0
X	68,1936	Y	-5,2389	Z	0
X	68,1253	Y	-5,4639	Z	0
X	68,0445	Y	-5,6846	Z	0
X	67,9515	Y	-5,9001	Z	0
X	67,8466	Y	-6,1092	Z	0
X	67,7309	Y	-6,3098	Z	0
X	67,6035	Y	-6,504	Z	0
X	67,465	Y	-6,691	Z	0
X	67,3161	Y	-6,8698	Z	0
X	67,1575	Y	-7,0395	Z	0
X	66,9898	Y	-7,1991	Z	0
X	66,8171	Y	-7,345	Z	0
X	66,6356	Y	-7,4813	Z	0
X	66,4464	Y	-7,6072	Z	0
X	66,2504	Y	-7,7221	Z	0
X	66,0484	Y	-7,8253	Z	0
X	65,8414	Y	-7,9163	Z	0

X	65,5929	Y	-8,0069	Z	0
X	65,3379	Y	-8,0805	Z	0
X	65,0782	Y	-8,1367	Z	0
X	64,8156	Y	-8,1751	Z	0
X	64,5519	Y	-8,1953	Z	0
X	64,2917	Y	-8,1972	Z	0
X	64,031	Y	-8,1813	Z	0
X	63,7718	Y	-8,1481	Z	0
X	63,5156	Y	-8,0977	Z	0
X	63,2642	Y	-8,0304	Z	0
X	63,0307	Y	-7,9511	Z	0
X	62,8028	Y	-7,857	Z	0
X	61,9103	Y	-7,4657	Z	0
X	61,0116	Y	-7,0894	Z	0
X	60,1067	Y	-6,7281	Z	0
X	59,196	Y	-6,3818	Z	0
X	58,2797	Y	-6,0507	Z	0
X	57,3581	Y	-5,7347	Z	0
X	56,4314	Y	-5,434	Z	0
X	55,4999	Y	-5,1485	Z	0
X	54,5639	Y	-4,8784	Z	0
X	53,6235	Y	-4,6238	Z	0
X	52,6791	Y	-4,3846	Z	0
X	51,7309	Y	-4,161	Z	0
X	50,7791	Y	-3,9529	Z	0
X	49,8241	Y	-3,7605	Z	0
X	48,866	Y	-3,5839	Z	0
X	47,9052	Y	-3,423	Z	0
X	46,9419	Y	-3,2779	Z	0
X	45,9763	Y	-3,1487	Z	0
X	45,0088	Y	-3,0355	Z	0
X	44,0395	Y	-2,9383	Z	0
X	43,0687	Y	-2,8572	Z	0
X	42,0968	Y	-2,7921	Z	0
X	41,1239	Y	-2,7433	Z	0
X	40,1503	Y	-2,7107	Z	0
X	39,1763	Y	-2,6944	Z	0
X	38,2021	Y	-2,70245	Z	0
X	37,228	Y	-2,7105	Z	0
X	36,2543	Y	-2,7429	Z	0
X	35,2812	Y	-2,7913	Z	0
X	34,309	Y	-2,8559	Z	0
X	33,3379	Y	-2,9365	Z	0
X	32,3683	Y	-3,0331	Z	0
X	31,4004	Y	-3,1457	Z	0
X	30,4345	Y	-3,2741	Z	0

X	29,4708	Y	-3,4185	Z	0
X	28,5095	Y	-3,5787	Z	0
X	27,5511	Y	-3,7546	Z	0
X	26,5957	Y	-3,9464	Z	0
X	25,6435	Y	-4,1538	Z	0
X	24,695	Y	-4,377	Z	0
X	23,7503	Y	-4,6159	Z	0
X	22,8098	Y	-4,8704	Z	0
X	21,8737	Y	-5,1405	Z	0
X	20,9423	Y	-5,4262	Z	0
X	20,0159	Y	-5,7276	Z	0
X	19,0947	Y	-6,0444	Z	0
X	18,1791	Y	-6,3768	Z	0
X	17,2692	Y	-6,7247	Z	0
X	16,3655	Y	-7,0879	Z	0
X	15,4679	Y	-7,4664	Z	0
X	14,5767	Y	-7,8597	Z	0
X	13,692	Y	-8,2675	Z	0
X	12,8139	Y	-8,6896	Z	0
X	11,9426	Y	-9,1257	Z	0
X	11,0352	Y	-9,5981	Z	0
X	10,1355	Y	-10,0852	Z	0
X	9,2435	Y	-10,5863	Z	0
X	8,3593	Y	-11,1011	Z	0
X	6,8578	Y	-12,0065	Z	0
X	6,5396	Y	-12,1852	Z	0
X	6,2175	Y	-12,3569	Z	0
X	5,7108	Y	-12,6139	Z	0
X	5,1981	Y	-12,8592	Z	0
X	4,6795	Y	-13,0926	Z	0
X	4,1554	Y	-13,3136	Z	0
X	3,6261	Y	-13,522	Z	0
X	3,092	Y	-13,7176	Z	0
X	2,5533	Y	-13,9	Z	0
X	2,0103	Y	-14,0689	Z	0
X	1,4635	Y	-14,2241	Z	0
X	0,9489	Y	-14,3564	Z	0
X	0,4314	Y	-14,4762	Z	0
X	-0,0887	Y	-14,5833	Z	0
X	-0,6112	Y	-14,6773	Z	0
X	-1,1357	Y	-14,7581	Z	0
X	-1,6621	Y	-14,8254	Z	0
X	-2,19	Y	-14,8789	Z	0
X	-2,7191	Y	-14,9185	Z	0
X	-3,2493	Y	-14,9439	Z	0
X	-3,7802	Y	-14,9549	Z	0

X	-4,3116	Y	-14,9512	Z	0
X	-4,7614	Y	-14,9363	Z	0
X	-5,2109	Y	-14,9106	Z	0
X	-5,6597	Y	-14,8736	Z	0
X	-6,1074	Y	-14,8252	Z	0
X	-6,5537	Y	-14,7651	Z	0
X	-6,998	Y	-14,6929	Z	0
X	-7,44	Y	-14,6085	Z	0
X	-7,8793	Y	-14,5116	Z	0
X	-8,3154	Y	-14,402	Z	0
X	-8,748	Y	-14,2792	Z	0
X	-9,1766	Y	-14,1432	Z	0
X	-9,6008	Y	-13,9936	Z	0
X	-10,0203	Y	-13,8302	Z	0
X	-10,4051	Y	-13,666	Z	0
X	-10,7848	Y	-13,4896	Z	0
X	-11,1589	Y	-13,3013	Z	0
X	-11,5267	Y	-13,1011	Z	0
X	-11,8876	Y	-12,8891	Z	0
X	-12,2411	Y	-12,6653	Z	0
X	-12,5865	Y	-12,4299	Z	0
X	-12,9232	Y	-12,183	Z	0
X	-13,2508	Y	-11,9246	Z	0
X	-13,5685	Y	-11,6548	Z	0
X	-13,8757	Y	-11,3737	Z	0
X	-14,1719	Y	-11,0814	Z	0
X	-14,4566	Y	-10,778	Z	0
X	-14,729	Y	-10,4635	Z	0
X	-14,9886	Y	-10,1382	Z	0
X	-15,2352	Y	-9,8025	Z	0
X	-15,4686	Y	-9,4571	Z	0
X	-15,6884	Y	-9,1026	Z	0
X	-15,8946	Y	-8,7396	Z	0
X	-16,0869	Y	-8,3689	Z	0
X	-16,2649	Y	-7,9909	Z	0
X	-16,4287	Y	-7,6063	Z	0
X	-16,5778	Y	-7,2158	Z	0
X	-16,7121	Y	-6,8199	Z	0
X	-16,8313	Y	-6,4193	Z	0
X	-16,9353	Y	-6,0147	Z	0
X	-17,0238	Y	-5,6066	Z	0
X	-17,0965	Y	-5,1956	Z	0
X	-17,1535	Y	-4,7825	Z	0
X	-17,1948	Y	-4,3676	Z	0
X	-17,221	Y	-3,9514	Z	0
X	-17,2323	Y	-3,5344	Z	0

X	-17,2291	Y	-3,1172	Z	0
X	-17,2119	Y	-2,7	Z	0
X	-17,1809	Y	-2,2835	Z	0
X	-17,1279	Y	-1,799	Z	0
X	-17,0574	Y	-1,3165	Z	0
X	-16,97	Y	-0,8368	Z	0
X	-16,8663	Y	-0,3604	Z	0
X	-16,747	Y	0,112	Z	0
X	-16,6127	Y	0,5798	Z	0
X	-16,4619	Y	1,0488	Z	0
X	-16,297	Y	1,5119	Z	0
X	-16,1183	Y	1,9692	Z	0
X	-15,9261	Y	2,4205	Z	0
X	-15,721	Y	2,8657	Z	0
X	-15,5032	Y	3,3046	Z	0
X	-15,2732	Y	3,7372	Z	0
X	-15,0313	Y	4,1633	Z	0
X	-14,7779	Y	4,5828	Z	0
X	-14,5134	Y	4,9956	Z	0
X	-14,2382	Y	5,4016	Z	0
X	-13,9527	Y	5,8006	Z	0
X	-13,597	Y	6,27	Z	0
X	-13,2274	Y	6,7292	Z	0
X	-12,8447	Y	7,1778	Z	0
X	-12,4493	Y	7,6159	Z	0
X	-12,0418	Y	8,0433	Z	0
X	-11,6228	Y	8,4598	Z	0
X	-11,1927	Y	8,8653	Z	0
X	-10,7522	Y	9,2597	Z	0
X	-10,3018	Y	9,6429	Z	0
X	-9,8421	Y	10,0146	Z	0
X	-9,3735	Y	10,3748	Z	0
X	-8,8964	Y	10,7232	Z	0
X	-8,411	Y	11,0593	Z	0
X	-7,9176	Y	11,3829	Z	0
X	-7,4164	Y	11,6936	Z	0
X	-6,9077	Y	11,9911	Z	0
X	-6,3917	Y	12,275	Z	0
X	-5,8687	Y	12,5451	Z	0
X	-5,339	Y	12,8009	Z	0
X	-4,8027	Y	13,0421	Z	0

M05
M30

ANEXO I.3. Trayectoria final

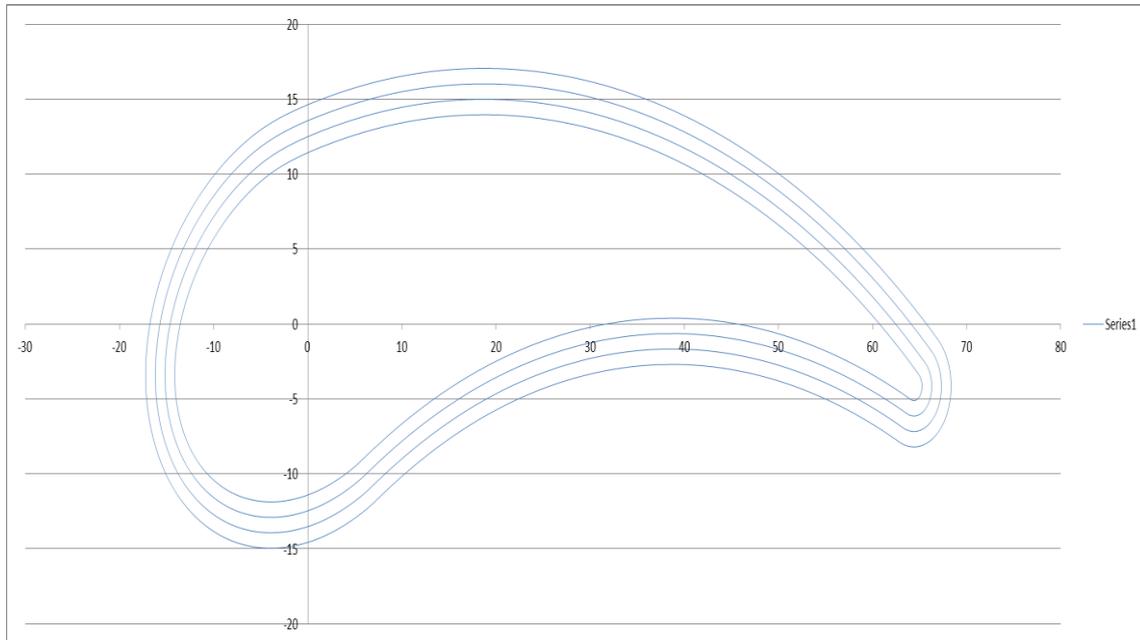


Fig.A.I.2. *Previsión de las trayectorias*

P1=1 (CRECIMIENTO POR CAPA)
 P2=3 (NUMERO DE CAPAS A HACER)
 P3=1 (CONTADOR)

N1:
 G05
 G01 X 6,7847 Y -8,4423 Z [P1*P3] F5000
 M04
 G01 X 6,7847 Y -8,4423 Z [P1*P3] F525
 G01 X 5,3102 Y -9,3316 Z [P1*P3]
 G01 X 5,056 Y -9,4744 Z [P1*P3]
 G01 X 4,7917 Y -9,6153 Z [P1*P3]
 G01 X 4,3449 Y -9,842 Z [P1*P3]
 G01 X 3,8972 Y -10,0562 Z [P1*P3]
 G01 X 3,445 Y -10,2596 Z [P1*P3]
 G01 X 2,9887 Y -10,4521 Z [P1*P3]
 G01 X 2,5286 Y -10,6333 Z [P1*P3]
 G01 X 2,0652 Y -10,803 Z [P1*P3]
 G01 X 1,5987 Y -10,9609 Z [P1*P3]
 G01 X 1,1295 Y -11,1068 Z [P1*P3]
 G01 X 0,6568 Y -11,241 Z [P1*P3]
 G01 X 0,2154 Y -11,3545 Z [P1*P3]

G01	X	-0,2287	Y	-11,4573	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,6739	Y	-11,5489	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,1201	Y	-11,6292	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,5669	Y	-11,698	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,014	Y	-11,7552	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,4613	Y	-11,8006	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,9084	Y	-11,8341	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,3551	Y	-11,8555	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,8013	Y	-11,8647	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,2499	Y	-11,8615	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,6221	Y	-11,8493	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,9957	Y	-11,8279	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,3667	Y	-11,7973	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,7348	Y	-11,7575	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,0996	Y	-11,7083	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,4605	Y	-11,6497	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,8173	Y	-11,5816	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,1695	Y	-11,5039	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,5168	Y	-11,4166	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,8588	Y	-11,3196	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,1953	Y	-11,2128	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,526	Y	-11,0962	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,8525	Y	-10,969	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,1474	Y	-10,8431	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,439	Y	-10,7077	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,725	Y	-10,5636	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,005	Y	-10,4112	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,2782	Y	-10,2507	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,5442	Y	-10,0824	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,8023	Y	-9,9065	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,0521	Y	-9,7233	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,2931	Y	-9,5332	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,5248	Y	-9,3364	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,7469	Y	-9,1332	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,9591	Y	-8,9239	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,161	Y	-8,7087	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,3526	Y	-8,4875	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,5349	Y	-8,259	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,7089	Y	-8,0221	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,8744	Y	-7,7771	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,0311	Y	-7,5245	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,1786	Y	-7,2649	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,3166	Y	-6,9987	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,4447	Y	-6,7268	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,5627	Y	-6,4496	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,6703	Y	-6,168	Z	[P1*P3]

G01	X	-13,7671	Y	-5,8824	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,8531	Y	-5,5937	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9279	Y	-5,3026	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9914	Y	-5,0096	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,0435	Y	-4,7152	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,0844	Y	-4,4182	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1144	Y	-4,1174	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1336	Y	-3,8125	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,142	Y	-3,5041	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1396	Y	-3,1926	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1266	Y	-2,8784	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1034	Y	-2,5661	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,0623	Y	-2,1905	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,0078	Y	-1,8172	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9395	Y	-1,4426	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,8579	Y	-1,0676	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,7633	Y	-0,6929	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,6561	Y	-0,3196	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,5349	Y	0,0573	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,4018	Y	0,431	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,2571	Y	0,8014	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,1008	Y	1,1684	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,9332	Y	1,5321	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,7545	Y	1,8923	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,5649	Y	2,2488	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,3647	Y	2,6015	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,1541	Y	2,9503	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,9332	Y	3,2949	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,7025	Y	3,6352	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,4644	Y	3,968	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,1614	Y	4,3678	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,8479	Y	4,7574	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,5219	Y	5,1396	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,1838	Y	5,5142	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,8341	Y	5,8809	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,4733	Y	6,2396	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,1018	Y	6,5898	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,7202	Y	6,9315	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,329	Y	7,2643	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,9287	Y	7,588	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,5206	Y	7,9017	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,1055	Y	8,2048	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,6838	Y	8,4968	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,2559	Y	8,7774	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,8221	Y	9,0464	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,3826	Y	9,3034	Z	[P1*P3]

G01	X	-4,9378	Y	9,5482	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,4879	Y	9,7804	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,0332	Y	10	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,7564	Y	10,1245	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,5733	Y	10,2068	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,1053	Y	10,4023	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,6263	Y	10,5884	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,1359	Y	10,7661	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,6348	Y	10,9362	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,1261	Y	11,0988	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,4717	Y	11,2954	Z	[P1*P3]
G01	X	0,1913	Y	11,4823	Z	[P1*P3]
G01	X	0,8649	Y	11,662	Z	[P1*P3]
G01	X	1,5436	Y	11,8345	Z	[P1*P3]
G01	X	2,6493	Y	12,1011	Z	[P1*P3]
G01	X	3,7538	Y	12,3502	Z	[P1*P3]
G01	X	4,8606	Y	12,582	Z	[P1*P3]
G01	X	5,9696	Y	12,7963	Z	[P1*P3]
G01	X	7,0807	Y	12,9926	Z	[P1*P3]
G01	X	8,1946	Y	13,1707	Z	[P1*P3]
G01	X	9,3115	Y	13,3306	Z	[P1*P3]
G01	X	10,4311	Y	13,4725	Z	[P1*P3]
G01	X	11,5532	Y	13,5963	Z	[P1*P3]
G01	X	12,6784	Y	13,7022	Z	[P1*P3]
G01	X	13,7007	Y	13,7826	Z	[P1*P3]
G01	X	14,7252	Y	13,8482	Z	[P1*P3]
G01	X	15,7505	Y	13,8988	Z	[P1*P3]
G01	X	16,7764	Y	13,9345	Z	[P1*P3]
G01	X	17,8027	Y	13,9553	Z	[P1*P3]
G01	X	18,8292	Y	13,9611	Z	[P1*P3]
G01	X	19,8555	Y	13,9519	Z	[P1*P3]
G01	X	20,8816	Y	13,9277	Z	[P1*P3]
G01	X	21,9071	Y	13,8885	Z	[P1*P3]
G01	X	22,9319	Y	13,8342	Z	[P1*P3]
G01	X	23,9556	Y	13,765	Z	[P1*P3]
G01	X	24,9783	Y	13,6807	Z	[P1*P3]
G01	X	25,9996	Y	13,5813	Z	[P1*P3]
G01	X	27,0195	Y	13,467	Z	[P1*P3]
G01	X	28,0377	Y	13,3378	Z	[P1*P3]
G01	X	29,0539	Y	13,1937	Z	[P1*P3]
G01	X	30,068	Y	13,0348	Z	[P1*P3]
G01	X	31,0797	Y	12,8611	Z	[P1*P3]
G01	X	32,0887	Y	12,6727	Z	[P1*P3]
G01	X	33,095	Y	12,4696	Z	[P1*P3]
G01	X	34,0982	Y	12,2518	Z	[P1*P3]
G01	X	35,0981	Y	12,0195	Z	[P1*P3]

G01	X	36,0946	Y	11,7726	Z	[P1*P3]
G01	X	37,0873	Y	11,5112	Z	[P1*P3]
G01	X	38,0761	Y	11,2354	Z	[P1*P3]
G01	X	39,0608	Y	10,9453	Z	[P1*P3]
G01	X	40,0411	Y	10,6408	Z	[P1*P3]
G01	X	41,0168	Y	10,3221	Z	[P1*P3]
G01	X	41,9878	Y	9,9892	Z	[P1*P3]
G01	X	42,9536	Y	9,6421	Z	[P1*P3]
G01	X	43,9143	Y	9,281	Z	[P1*P3]
G01	X	44,8694	Y	8,9059	Z	[P1*P3]
G01	X	45,8189	Y	8,5168	Z	[P1*P3]
G01	X	46,7625	Y	8,1139	Z	[P1*P3]
G01	X	47,7002	Y	7,697	Z	[P1*P3]
G01	X	48,6318	Y	7,2665	Z	[P1*P3]
G01	X	49,557	Y	6,8223	Z	[P1*P3]
G01	X	50,4757	Y	6,3646	Z	[P1*P3]
G01	X	51,3877	Y	5,8936	Z	[P1*P3]
G01	X	52,2927	Y	5,4093	Z	[P1*P3]
G01	X	53,1907	Y	4,9118	Z	[P1*P3]
G01	X	54,0813	Y	4,4014	Z	[P1*P3]
G01	X	54,9645	Y	3,878	Z	[P1*P3]
G01	X	55,8399	Y	3,3418	Z	[P1*P3]
G01	X	56,7074	Y	2,7929	Z	[P1*P3]
G01	X	57,5669	Y	2,2315	Z	[P1*P3]
G01	X	58,4181	Y	1,6577	Z	[P1*P3]
G01	X	59,2608	Y	1,0715	Z	[P1*P3]
G01	X	60,0949	Y	0,4732	Z	[P1*P3]
G01	X	60,9201	Y	-0,1372	Z	[P1*P3]
G01	X	61,7362	Y	-0,7596	Z	[P1*P3]
G01	X	62,5432	Y	-1,3938	Z	[P1*P3]
G01	X	63,3407	Y	-2,0397	Z	[P1*P3]
G01	X	64,1285	Y	-2,6971	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8746	Y	-3,3387	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9507	Y	-3,4099	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9955	Y	-3,458	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0387	Y	-3,5111	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0779	Y	-3,5665	Z	[P1*P3]
G01	X	65,112	Y	-3,6224	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1426	Y	-3,6811	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1709	Y	-3,7456	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1956	Y	-3,8137	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2155	Y	-3,8825	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2301	Y	-3,9489	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2405	Y	-4,0189	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2465	Y	-4,0923	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2476	Y	-4,1672	Z	[P1*P3]

G01	X	65,2438	Y	-4,2405	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2345	Y	-4,318	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2257	Y	-4,3664	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2115	Y	-4,4247	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1937	Y	-4,4834	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1728	Y	-4,5404	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1497	Y	-4,594	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1249	Y	-4,6433	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0984	Y	-4,6892	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0679	Y	-4,7358	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0342	Y	-4,7813	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9984	Y	-4,8242	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9621	Y	-4,8631	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9256	Y	-4,8978	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8903	Y	-4,9277	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8505	Y	-4,9575	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8082	Y	-4,9857	Z	[P1*P3]
G01	X	64,7649	Y	-5,0111	Z	[P1*P3]
G01	X	64,7225	Y	-5,0327	Z	[P1*P3]
G01	X	64,6894	Y	-5,0473	Z	[P1*P3]
G01	X	64,634	Y	-5,0675	Z	[P1*P3]
G01	X	64,5815	Y	-5,0827	Z	[P1*P3]
G01	X	64,527	Y	-5,0945	Z	[P1*P3]
G01	X	64,4736	Y	-5,1023	Z	[P1*P3]
G01	X	64,4229	Y	-5,1062	Z	[P1*P3]
G01	X	64,3746	Y	-5,1065	Z	[P1*P3]
G01	X	64,3215	Y	-5,1033	Z	[P1*P3]
G01	X	64,267	Y	-5,0963	Z	[P1*P3]
G01	X	64,214	Y	-5,0859	Z	[P1*P3]
G01	X	64,1614	Y	-5,0718	Z	[P1*P3]
G01	X	64,1183	Y	-5,0572	Z	[P1*P3]
G01	X	64,013	Y	-5,0137	Z	[P1*P3]
G01	X	63,1275	Y	-4,6254	Z	[P1*P3]
G01	X	62,1813	Y	-4,2293	Z	[P1*P3]
G01	X	61,2288	Y	-3,8489	Z	[P1*P3]
G01	X	60,2703	Y	-3,4845	Z	[P1*P3]
G01	X	59,306	Y	-3,136	Z	[P1*P3]
G01	X	58,3361	Y	-2,8035	Z	[P1*P3]
G01	X	57,361	Y	-2,487	Z	[P1*P3]
G01	X	56,3809	Y	-2,1867	Z	[P1*P3]
G01	X	55,3961	Y	-1,9025	Z	[P1*P3]
G01	X	54,4067	Y	-1,6346	Z	[P1*P3]
G01	X	53,4131	Y	-1,3829	Z	[P1*P3]
G01	X	52,4155	Y	-1,1477	Z	[P1*P3]
G01	X	51,4142	Y	-0,9288	Z	[P1*P3]
G01	X	50,4094	Y	-0,7264	Z	[P1*P3]

G01	X	49,4014	Y	-0,5405	Z	[P1*P3]
G01	X	48,3905	Y	-0,3712	Z	[P1*P3]
G01	X	47,3768	Y	-0,2186	Z	[P1*P3]
G01	X	46,3608	Y	-0,0826	Z	[P1*P3]
G01	X	45,3425	Y	0,0365	Z	[P1*P3]
G01	X	44,3224	Y	0,1388	Z	[P1*P3]
G01	X	43,3006	Y	0,2242	Z	[P1*P3]
G01	X	42,2774	Y	0,2927	Z	[P1*P3]
G01	X	41,253	Y	0,3441	Z	[P1*P3]
G01	X	40,2278	Y	0,3784	Z	[P1*P3]
G01	X	39,2022	Y	0,3956	Z	[P1*P3]
G01	X	38,1765	Y	0,3871	Z	[P1*P3]
G01	X	37,151	Y	0,3786	Z	[P1*P3]
G01	X	36,1261	Y	0,3446	Z	[P1*P3]
G01	X	35,1019	Y	0,2936	Z	[P1*P3]
G01	X	34,0788	Y	0,2256	Z	[P1*P3]
G01	X	33,0569	Y	0,1408	Z	[P1*P3]
G01	X	32,0367	Y	0,0392	Z	[P1*P3]
G01	X	31,0182	Y	-0,0793	Z	[P1*P3]
G01	X	30,0019	Y	-0,2145	Z	[P1*P3]
G01	X	28,9879	Y	-0,3663	Z	[P1*P3]
G01	X	27,9765	Y	-0,5349	Z	[P1*P3]
G01	X	26,9681	Y	-0,72	Z	[P1*P3]
G01	X	25,9627	Y	-0,9218	Z	[P1*P3]
G01	X	24,9607	Y	-1,1401	Z	[P1*P3]
G01	X	23,9624	Y	-1,375	Z	[P1*P3]
G01	X	22,968	Y	-1,6264	Z	[P1*P3]
G01	X	21,9778	Y	-1,8944	Z	[P1*P3]
G01	X	20,9922	Y	-2,1788	Z	[P1*P3]
G01	X	20,0113	Y	-2,4797	Z	[P1*P3]
G01	X	19,0355	Y	-2,7971	Z	[P1*P3]
G01	X	18,065	Y	-3,1309	Z	[P1*P3]
G01	X	17,1001	Y	-3,4812	Z	[P1*P3]
G01	X	16,1412	Y	-3,8478	Z	[P1*P3]
G01	X	15,1889	Y	-4,2306	Z	[P1*P3]
G01	X	14,2438	Y	-4,6291	Z	[P1*P3]
G01	X	13,306	Y	-5,0429	Z	[P1*P3]
G01	X	12,3757	Y	-5,4718	Z	[P1*P3]
G01	X	11,453	Y	-5,9153	Z	[P1*P3]
G01	X	10,5376	Y	-6,3735	Z	[P1*P3]
G01	X	9,5861	Y	-6,8689	Z	[P1*P3]
G01	X	8,6431	Y	-7,3793	Z	[P1*P3]
G01	X	6,7847	Y	-8,4423	Z	[P1*P3]

M05

G01	X	14,6518	Y	-5,5749	Z	[P1*P3]
-----	---	---------	---	---------	---	---------

F5000

M04

G01	X	14,6518	Y	-5,5749	Z	[P1*P3]	F525
G01	X	13,7296	Y	-5,9819	Z	[P1*P3]	
G01	X	12,8145	Y	-6,4037	Z	[P1*P3]	
G01	X	11,9066	Y	-6,8401	Z	[P1*P3]	
G01	X	11,0059	Y	-7,2909	Z	[P1*P3]	
G01	X	10,0691	Y	-7,7786	Z	[P1*P3]	
G01	X	9,1406	Y	-8,2813	Z	[P1*P3]	
G01	X	8,2207	Y	-8,7981	Z	[P1*P3]	
G01	X	7,3095	Y	-9,3285	Z	[P1*P3]	
G01	X	5,8261	Y	-10,2233	Z	[P1*P3]	
G01	X	5,5506	Y	-10,378	Z	[P1*P3]	
G01	X	5,2669	Y	-10,5292	Z	[P1*P3]	
G01	X	4,8002	Y	-10,766	Z	[P1*P3]	
G01	X	4,3308	Y	-10,9905	Z	[P1*P3]	
G01	X	3,8565	Y	-11,2039	Z	[P1*P3]	
G01	X	3,3776	Y	-11,4059	Z	[P1*P3]	
G01	X	2,8944	Y	-11,5962	Z	[P1*P3]	
G01	X	2,4074	Y	-11,7745	Z	[P1*P3]	
G01	X	1,9169	Y	-11,9406	Z	[P1*P3]	
G01	X	1,4231	Y	-12,0942	Z	[P1*P3]	
G01	X	0,9257	Y	-12,2353	Z	[P1*P3]	
G01	X	0,4599	Y	-12,3551	Z	[P1*P3]	
G01	X	-0,0087	Y	-12,4636	Z	[P1*P3]	
G01	X	-0,4789	Y	-12,5604	Z	[P1*P3]	
G01	X	-0,9505	Y	-12,6453	Z	[P1*P3]	
G01	X	-1,4232	Y	-12,7181	Z	[P1*P3]	
G01	X	-1,8967	Y	-12,7786	Z	[P1*P3]	
G01	X	-2,3708	Y	-12,8267	Z	[P1*P3]	
G01	X	-2,8453	Y	-12,8622	Z	[P1*P3]	
G01	X	-3,3198	Y	-12,8849	Z	[P1*P3]	
G01	X	-3,7943	Y	-12,8947	Z	[P1*P3]	
G01	X	-4,2705	Y	-12,8914	Z	[P1*P3]	
G01	X	-4,6685	Y	-12,8783	Z	[P1*P3]	
G01	X	-5,0674	Y	-12,8554	Z	[P1*P3]	
G01	X	-5,4644	Y	-12,8228	Z	[P1*P3]	
G01	X	-5,859	Y	-12,7801	Z	[P1*P3]	
G01	X	-6,2509	Y	-12,7272	Z	[P1*P3]	
G01	X	-6,6397	Y	-12,6641	Z	[P1*P3]	
G01	X	-7,0249	Y	-12,5906	Z	[P1*P3]	
G01	X	-7,4061	Y	-12,5065	Z	[P1*P3]	
G01	X	-7,783	Y	-12,4117	Z	[P1*P3]	
G01	X	-8,1552	Y	-12,3061	Z	[P1*P3]	
G01	X	-8,5224	Y	-12,1896	Z	[P1*P3]	
G01	X	-8,8843	Y	-12,062	Z	[P1*P3]	
G01	X	-9,2418	Y	-11,9227	Z	[P1*P3]	
G01	X	-9,5666	Y	-11,784	Z	[P1*P3]	

G01	X	-9,8876	Y	-11,635	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,203	Y	-11,4762	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,5122	Y	-11,3079	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,8147	Y	-11,1302	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,1098	Y	-10,9434	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,397	Y	-10,7476	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,6758	Y	-10,5432	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,9456	Y	-10,3303	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,206	Y	-10,1092	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,4565	Y	-9,8801	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,6967	Y	-9,6431	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,9262	Y	-9,3984	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,1447	Y	-9,1461	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,3528	Y	-8,8854	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,551	Y	-8,6156	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,7391	Y	-8,3371	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9169	Y	-8,0506	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,084	Y	-7,7565	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,24	Y	-7,4554	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,3848	Y	-7,1481	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,518	Y	-6,8352	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,6394	Y	-6,5172	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,7488	Y	-6,1949	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,8458	Y	-5,8689	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,9304	Y	-5,5399	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,0022	Y	-5,2086	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,0612	Y	-4,8753	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1074	Y	-4,5396	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1412	Y	-4,2008	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1627	Y	-3,8588	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1721	Y	-3,5142	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1695	Y	-3,1675	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,155	Y	-2,819	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1292	Y	-2,4719	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,0842	Y	-2,06	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,0243	Y	-1,6503	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,9497	Y	-1,2407	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,8607	Y	-0,8319	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,7578	Y	-0,4246	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,6416	Y	-0,0198	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,5106	Y	0,3878	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,3669	Y	0,7913	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,2108	Y	1,1907	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,0426	Y	1,5858	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,8625	Y	1,9766	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,6707	Y	2,3631	Z	[P1*P3]

G01	X	-13,4677	Y	2,7449	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,2536	Y	3,1221	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,0287	Y	3,4944	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,7933	Y	3,8618	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,5478	Y	4,224	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,2938	Y	4,5789	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,9733	Y	5,0019	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,6411	Y	5,4147	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,2962	Y	5,819	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,939	Y	6,2148	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,57	Y	6,6017	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,1898	Y	6,9796	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,7988	Y	7,3483	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,3975	Y	7,7076	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,9866	Y	8,0572	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,5665	Y	8,3969	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,1382	Y	8,7261	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,7024	Y	9,0443	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,2595	Y	9,351	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,8098	Y	9,6459	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,3535	Y	9,9288	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,891	Y	10,1993	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,4224	Y	10,4571	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,9481	Y	10,702	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,4684	Y	10,9336	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,1789	Y	11,0638	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,9831	Y	11,1519	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,4903	Y	11,3577	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,9882	Y	11,5527	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,477	Y	11,738	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,9571	Y	11,9145	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,4311	Y	12,0827	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,7596	Y	12,2843	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,0812	Y	12,4757	Z	[P1*P3]
G01	X	0,6053	Y	12,6587	Z	[P1*P3]
G01	X	1,296	Y	12,8343	Z	[P1*P3]
G01	X	2,4152	Y	13,1042	Z	[P1*P3]
G01	X	3,535	Y	13,3567	Z	[P1*P3]
G01	X	4,6573	Y	13,5918	Z	[P1*P3]
G01	X	5,7823	Y	13,8091	Z	[P1*P3]
G01	X	6,9098	Y	14,0083	Z	[P1*P3]
G01	X	8,0403	Y	14,1891	Z	[P1*P3]
G01	X	9,1737	Y	14,3514	Z	[P1*P3]
G01	X	10,3099	Y	14,4954	Z	[P1*P3]
G01	X	11,4485	Y	14,621	Z	[P1*P3]
G01	X	12,5898	Y	14,7284	Z	[P1*P3]

G01	X	13,6274	Y	14,81	Z	[P1*P3]
G01	X	14,6669	Y	14,8765	Z	[P1*P3]
G01	X	15,7072	Y	14,9279	Z	[P1*P3]
G01	X	16,7481	Y	14,9642	Z	[P1*P3]
G01	X	17,7894	Y	14,9852	Z	[P1*P3]
G01	X	18,8309	Y	14,9911	Z	[P1*P3]
G01	X	19,8723	Y	14,9818	Z	[P1*P3]
G01	X	20,9134	Y	14,9572	Z	[P1*P3]
G01	X	21,954	Y	14,9174	Z	[P1*P3]
G01	X	22,9939	Y	14,8624	Z	[P1*P3]
G01	X	24,0327	Y	14,7921	Z	[P1*P3]
G01	X	25,0704	Y	14,7065	Z	[P1*P3]
G01	X	26,1068	Y	14,6058	Z	[P1*P3]
G01	X	27,1417	Y	14,4898	Z	[P1*P3]
G01	X	28,1748	Y	14,3587	Z	[P1*P3]
G01	X	29,2059	Y	14,2125	Z	[P1*P3]
G01	X	30,2349	Y	14,0512	Z	[P1*P3]
G01	X	31,2613	Y	13,875	Z	[P1*P3]
G01	X	32,2852	Y	13,6838	Z	[P1*P3]
G01	X	33,3061	Y	13,4777	Z	[P1*P3]
G01	X	34,324	Y	13,2568	Z	[P1*P3]
G01	X	35,3385	Y	13,0211	Z	[P1*P3]
G01	X	36,3496	Y	12,7706	Z	[P1*P3]
G01	X	37,3568	Y	12,5054	Z	[P1*P3]
G01	X	38,3601	Y	12,2256	Z	[P1*P3]
G01	X	39,3592	Y	11,9312	Z	[P1*P3]
G01	X	40,3538	Y	11,6222	Z	[P1*P3]
G01	X	41,3438	Y	11,2988	Z	[P1*P3]
G01	X	42,329	Y	10,9611	Z	[P1*P3]
G01	X	43,309	Y	10,6089	Z	[P1*P3]
G01	X	44,2838	Y	10,2425	Z	[P1*P3]
G01	X	45,253	Y	9,8619	Z	[P1*P3]
G01	X	46,2164	Y	9,467	Z	[P1*P3]
G01	X	47,174	Y	9,0581	Z	[P1*P3]
G01	X	48,1255	Y	8,6352	Z	[P1*P3]
G01	X	49,0707	Y	8,1983	Z	[P1*P3]
G01	X	50,0095	Y	7,7476	Z	[P1*P3]
G01	X	50,9417	Y	7,2832	Z	[P1*P3]
G01	X	51,867	Y	6,8053	Z	[P1*P3]
G01	X	52,7853	Y	6,3139	Z	[P1*P3]
G01	X	53,6964	Y	5,8092	Z	[P1*P3]
G01	X	54,6	Y	5,2913	Z	[P1*P3]
G01	X	55,496	Y	4,7602	Z	[P1*P3]
G01	X	56,3842	Y	4,2162	Z	[P1*P3]
G01	X	57,2645	Y	3,6594	Z	[P1*P3]
G01	X	58,1365	Y	3,0898	Z	[P1*P3]

G01	X	59,0001	Y	2,5075	Z	[P1*P3]
G01	X	59,8551	Y	1,9128	Z	[P1*P3]
G01	X	60,7014	Y	1,3057	Z	[P1*P3]
G01	X	61,5387	Y	0,6864	Z	[P1*P3]
G01	X	62,3668	Y	0,0549	Z	[P1*P3]
G01	X	63,1856	Y	-0,5887	Z	[P1*P3]
G01	X	63,9948	Y	-1,2441	Z	[P1*P3]
G01	X	64,7942	Y	-1,9112	Z	[P1*P3]
G01	X	65,5625	Y	-2,5718	Z	[P1*P3]
G01	X	65,6801	Y	-2,6818	Z	[P1*P3]
G01	X	65,7727	Y	-2,7812	Z	[P1*P3]
G01	X	65,8595	Y	-2,8879	Z	[P1*P3]
G01	X	65,9388	Y	-3	Z	[P1*P3]
G01	X	66,0093	Y	-3,1154	Z	[P1*P3]
G01	X	66,072	Y	-3,2357	Z	[P1*P3]
G01	X	66,1277	Y	-3,3628	Z	[P1*P3]
G01	X	66,1755	Y	-3,4946	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2143	Y	-3,6287	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2436	Y	-3,7624	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2643	Y	-3,901	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2759	Y	-4,0429	Z	[P1*P3]
G01	X	66,278	Y	-4,1862	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2706	Y	-4,3282	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2534	Y	-4,4722	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2334	Y	-4,5812	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2055	Y	-4,6961	Z	[P1*P3]
G01	X	66,1709	Y	-4,8102	Z	[P1*P3]
G01	X	66,13	Y	-4,9218	Z	[P1*P3]
G01	X	66,0836	Y	-5,0293	Z	[P1*P3]
G01	X	66,0321	Y	-5,132	Z	[P1*P3]
G01	X	65,9759	Y	-5,2294	Z	[P1*P3]
G01	X	65,9131	Y	-5,3252	Z	[P1*P3]
G01	X	65,8445	Y	-5,4179	Z	[P1*P3]
G01	X	65,771	Y	-5,5061	Z	[P1*P3]
G01	X	65,6939	Y	-5,5886	Z	[P1*P3]
G01	X	65,6137	Y	-5,6649	Z	[P1*P3]
G01	X	65,5325	Y	-5,7335	Z	[P1*P3]
G01	X	65,4456	Y	-5,7988	Z	[P1*P3]
G01	X	65,3543	Y	-5,8595	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2601	Y	-5,9147	Z	[P1*P3]
G01	X	65,1645	Y	-5,9636	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0734	Y	-6,0036	Z	[P1*P3]
G01	X	64,9536	Y	-6,0473	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8336	Y	-6,0819	Z	[P1*P3]
G01	X	64,7107	Y	-6,1086	Z	[P1*P3]
G01	X	64,5876	Y	-6,1266	Z	[P1*P3]

G01	X	64,4659	Y	-6,1359	Z	[P1*P3]
G01	X	64,3469	Y	-6,1367	Z	[P1*P3]
G01	X	64,2247	Y	-6,1293	Z	[P1*P3]
G01	X	64,1019	Y	-6,1136	Z	[P1*P3]
G01	X	63,9812	Y	-6,0898	Z	[P1*P3]
G01	X	63,8623	Y	-6,058	Z	[P1*P3]
G01	X	63,7558	Y	-6,0218	Z	[P1*P3]
G01	X	63,6096	Y	-5,9614	Z	[P1*P3]
G01	X	62,7217	Y	-5,5722	Z	[P1*P3]
G01	X	61,7914	Y	-5,1826	Z	[P1*P3]
G01	X	60,8548	Y	-4,8086	Z	[P1*P3]
G01	X	59,9122	Y	-4,4503	Z	[P1*P3]
G01	X	58,9639	Y	-4,1075	Z	[P1*P3]
G01	X	58,0101	Y	-3,7805	Z	[P1*P3]
G01	X	57,0512	Y	-3,4693	Z	[P1*P3]
G01	X	56,0873	Y	-3,174	Z	[P1*P3]
G01	X	55,1187	Y	-2,8945	Z	[P1*P3]
G01	X	54,1456	Y	-2,631	Z	[P1*P3]
G01	X	53,1684	Y	-2,3835	Z	[P1*P3]
G01	X	52,1873	Y	-2,1521	Z	[P1*P3]
G01	X	51,2025	Y	-1,9368	Z	[P1*P3]
G01	X	50,2143	Y	-1,7377	Z	[P1*P3]
G01	X	49,223	Y	-1,5549	Z	[P1*P3]
G01	X	48,2287	Y	-1,3884	Z	[P1*P3]
G01	X	47,2319	Y	-1,2383	Z	[P1*P3]
G01	X	46,2326	Y	-1,1047	Z	[P1*P3]
G01	X	45,2313	Y	-0,9875	Z	[P1*P3]
G01	X	44,2281	Y	-0,8869	Z	[P1*P3]
G01	X	43,2233	Y	-0,8029	Z	[P1*P3]
G01	X	42,2172	Y	-0,7356	Z	[P1*P3]
G01	X	41,21	Y	-0,685	Z	[P1*P3]
G01	X	40,202	Y	-0,6513	Z	[P1*P3]
G01	X	39,1935	Y	-0,6344	Z	[P1*P3]
G01	X	38,185	Y	-0,64275	Z	[P1*P3]
G01	X	37,1767	Y	-0,6511	Z	[P1*P3]
G01	X	36,1688	Y	-0,6846	Z	[P1*P3]
G01	X	35,1617	Y	-0,7347	Z	[P1*P3]
G01	X	34,1555	Y	-0,8015	Z	[P1*P3]
G01	X	33,1506	Y	-0,885	Z	[P1*P3]
G01	X	32,1472	Y	-0,9849	Z	[P1*P3]
G01	X	31,1456	Y	-1,1014	Z	[P1*P3]
G01	X	30,1461	Y	-1,2344	Z	[P1*P3]
G01	X	29,1489	Y	-1,3837	Z	[P1*P3]
G01	X	28,1542	Y	-1,5495	Z	[P1*P3]
G01	X	27,1624	Y	-1,7316	Z	[P1*P3]
G01	X	26,1737	Y	-1,93	Z	[P1*P3]

G01	X	25,1883	Y	-2,1447	Z	[P1*P3]	
G01	X	24,2066	Y	-2,3757	Z	[P1*P3]	
G01	X	23,2288	Y	-2,6229	Z	[P1*P3]	
G01	X	22,2552	Y	-2,8864	Z	[P1*P3]	
G01	X	21,286	Y	-3,1661	Z	[P1*P3]	
G01	X	20,3216	Y	-3,4619	Z	[P1*P3]	
G01	X	19,3623	Y	-3,7739	Z	[P1*P3]	
G01	X	18,4082	Y	-4,1021	Z	[P1*P3]	
G01	X	17,4597	Y	-4,4464	Z	[P1*P3]	
G01	X	16,5172	Y	-4,8068	Z	[P1*P3]	
G01	X	14,6518	Y	-5,5749	Z	[P1*P3]	
M05							
G01	X	27,3567	Y	-2,7431	Z	[P1*P3]	F5000
M04							
G01	X	27,3567	Y	-2,7431	Z	[P1*P3]	F525
G01	X	26,3847	Y	-2,9382	Z	[P1*P3]	
G01	X	25,4159	Y	-3,1493	Z	[P1*P3]	
G01	X	24,4508	Y	-3,3763	Z	[P1*P3]	
G01	X	23,4896	Y	-3,6194	Z	[P1*P3]	
G01	X	22,5325	Y	-3,8784	Z	[P1*P3]	
G01	X	21,5799	Y	-4,1533	Z	[P1*P3]	
G01	X	20,632	Y	-4,4441	Z	[P1*P3]	
G01	X	19,6891	Y	-4,7507	Z	[P1*P3]	
G01	X	18,7515	Y	-5,0733	Z	[P1*P3]	
G01	X	17,8194	Y	-5,4116	Z	[P1*P3]	
G01	X	16,8932	Y	-5,7657	Z	[P1*P3]	
G01	X	15,9733	Y	-6,1355	Z	[P1*P3]	
G01	X	15,0598	Y	-6,5206	Z	[P1*P3]	
G01	X	14,1531	Y	-6,9208	Z	[P1*P3]	
G01	X	13,2532	Y	-7,3356	Z	[P1*P3]	
G01	X	12,3603	Y	-7,7649	Z	[P1*P3]	
G01	X	11,4743	Y	-8,2083	Z	[P1*P3]	
G01	X	10,5522	Y	-8,6884	Z	[P1*P3]	
G01	X	9,638	Y	-9,1832	Z	[P1*P3]	
G01	X	8,7321	Y	-9,6922	Z	[P1*P3]	
G01	X	7,8344	Y	-10,2148	Z	[P1*P3]	
G01	X	6,3419	Y	-11,1149	Z	[P1*P3]	
G01	X	6,0451	Y	-11,2816	Z	[P1*P3]	
G01	X	5,7422	Y	-11,443	Z	[P1*P3]	
G01	X	5,2555	Y	-11,6899	Z	[P1*P3]	
G01	X	4,7644	Y	-11,9249	Z	[P1*P3]	
G01	X	4,268	Y	-12,1483	Z	[P1*P3]	
G01	X	3,7665	Y	-12,3598	Z	[P1*P3]	
G01	X	3,2603	Y	-12,5591	Z	[P1*P3]	
G01	X	2,7497	Y	-12,7461	Z	[P1*P3]	
G01	X	2,2351	Y	-12,9203	Z	[P1*P3]	

G01	X	1,7167	Y	-13,0816	Z	[P1*P3]
G01	X	1,1946	Y	-13,2297	Z	[P1*P3]
G01	X	0,7044	Y	-13,3558	Z	[P1*P3]
G01	X	0,2114	Y	-13,4699	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,2838	Y	-13,5718	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,7808	Y	-13,6613	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,2794	Y	-13,7381	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,7794	Y	-13,802	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,2804	Y	-13,8528	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,7822	Y	-13,8904	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,2846	Y	-13,9144	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,7872	Y	-13,9248	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,291	Y	-13,9213	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,7149	Y	-13,9073	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,1391	Y	-13,883	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,562	Y	-13,8482	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,9832	Y	-13,8026	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,4023	Y	-13,7462	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,8188	Y	-13,6785	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,2324	Y	-13,5996	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,6427	Y	-13,5091	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,0492	Y	-13,4068	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,4516	Y	-13,2927	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,8495	Y	-13,1664	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,2426	Y	-13,0278	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,631	Y	-12,8765	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,9859	Y	-12,725	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,3362	Y	-12,5623	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,6809	Y	-12,3887	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,0194	Y	-12,2045	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,3511	Y	-12,0096	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,6754	Y	-11,8043	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,9918	Y	-11,5888	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,2995	Y	-11,3631	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,5982	Y	-11,1275	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,8872	Y	-10,882	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,1661	Y	-10,6269	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,4343	Y	-10,3623	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,6914	Y	-10,0882	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9368	Y	-9,8048	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1707	Y	-9,5118	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,3931	Y	-9,209	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,6039	Y	-8,8971	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,8027	Y	-8,5766	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,9893	Y	-8,248	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1634	Y	-7,9122	Z	[P1*P3]

G01	X	-15,3249	Y	-7,5695	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,4733	Y	-7,2207	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,6086	Y	-6,8665	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,7304	Y	-6,5074	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,8386	Y	-6,1441	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,9328	Y	-5,7773	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,013	Y	-5,4076	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,0789	Y	-5,0355	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1305	Y	-4,6611	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,168	Y	-4,2842	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1918	Y	-3,9051	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,2022	Y	-3,5243	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1993	Y	-3,1423	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1835	Y	-2,7595	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1551	Y	-2,3777	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1061	Y	-1,9295	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,0409	Y	-1,4834	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,9598	Y	-1,0388	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,8635	Y	-0,5962	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,7524	Y	-0,1563	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,6271	Y	0,28	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,4862	Y	0,7183	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,3319	Y	1,1516	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,1645	Y	1,5799	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,9844	Y	2,0032	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,7917	Y	2,4212	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,587	Y	2,8338	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,3704	Y	3,2411	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1424	Y	3,6427	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9033	Y	4,0386	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,6534	Y	4,4287	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,393	Y	4,8128	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,1233	Y	5,1897	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,7851	Y	5,636	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,4343	Y	6,0719	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,0704	Y	6,4984	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,6941	Y	6,9154	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,3059	Y	7,3225	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,9063	Y	7,7197	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,4958	Y	8,1068	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,0749	Y	8,4837	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,6442	Y	8,85	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,2043	Y	9,2058	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,7558	Y	9,5505	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,2994	Y	9,8837	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,8353	Y	10,2051	Z	[P1*P3]

G01	X	-7,3637	Y	10,5144	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,885	Y	10,8112	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,3993	Y	11,0952	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,9071	Y	11,3661	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,4084	Y	11,6235	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,9037	Y	11,8672	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,6014	Y	12,0032	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,3929	Y	12,097	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,8753	Y	12,3132	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,3502	Y	12,5171	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,8181	Y	12,7099	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,2795	Y	12,8928	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,736	Y	13,0665	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,0476	Y	13,2733	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,3537	Y	13,469	Z	[P1*P3]
G01	X	0,3457	Y	13,6555	Z	[P1*P3]
G01	X	1,0484	Y	13,8341	Z	[P1*P3]
G01	X	2,1812	Y	14,1073	Z	[P1*P3]
G01	X	3,3161	Y	14,3632	Z	[P1*P3]
G01	X	4,454	Y	14,6016	Z	[P1*P3]
G01	X	5,595	Y	14,822	Z	[P1*P3]
G01	X	6,7389	Y	15,0241	Z	[P1*P3]
G01	X	7,8859	Y	15,2075	Z	[P1*P3]
G01	X	9,036	Y	15,3722	Z	[P1*P3]
G01	X	10,1887	Y	15,5183	Z	[P1*P3]
G01	X	11,3437	Y	15,6457	Z	[P1*P3]
G01	X	12,5012	Y	15,7546	Z	[P1*P3]
G01	X	13,5541	Y	15,8374	Z	[P1*P3]
G01	X	14,6085	Y	15,9049	Z	[P1*P3]
G01	X	15,6638	Y	15,957	Z	[P1*P3]
G01	X	16,7197	Y	15,9938	Z	[P1*P3]
G01	X	17,7761	Y	16,0152	Z	[P1*P3]
G01	X	18,8326	Y	16,0211	Z	[P1*P3]
G01	X	19,889	Y	16,0116	Z	[P1*P3]
G01	X	20,9452	Y	15,9867	Z	[P1*P3]
G01	X	22,0009	Y	15,9464	Z	[P1*P3]
G01	X	23,0558	Y	15,8905	Z	[P1*P3]
G01	X	24,1098	Y	15,8192	Z	[P1*P3]
G01	X	25,1626	Y	15,7324	Z	[P1*P3]
G01	X	26,2141	Y	15,6302	Z	[P1*P3]
G01	X	27,2639	Y	15,5125	Z	[P1*P3]
G01	X	28,312	Y	15,3795	Z	[P1*P3]
G01	X	29,358	Y	15,2312	Z	[P1*P3]
G01	X	30,4017	Y	15,0677	Z	[P1*P3]
G01	X	31,443	Y	14,8889	Z	[P1*P3]
G01	X	32,4816	Y	14,6949	Z	[P1*P3]

G01	X	33,5173	Y	14,4859	Z	[P1*P3]
G01	X	34,5498	Y	14,2618	Z	[P1*P3]
G01	X	35,579	Y	14,0226	Z	[P1*P3]
G01	X	36,6045	Y	13,7685	Z	[P1*P3]
G01	X	37,6263	Y	13,4995	Z	[P1*P3]
G01	X	38,644	Y	13,2157	Z	[P1*P3]
G01	X	39,6575	Y	12,917	Z	[P1*P3]
G01	X	40,6665	Y	12,6037	Z	[P1*P3]
G01	X	41,6708	Y	12,2756	Z	[P1*P3]
G01	X	42,6702	Y	11,9329	Z	[P1*P3]
G01	X	43,6644	Y	11,5757	Z	[P1*P3]
G01	X	44,6533	Y	11,204	Z	[P1*P3]
G01	X	45,6365	Y	10,8178	Z	[P1*P3]
G01	X	46,614	Y	10,4173	Z	[P1*P3]
G01	X	47,5855	Y	10,0024	Z	[P1*P3]
G01	X	48,5508	Y	9,5733	Z	[P1*P3]
G01	X	49,5097	Y	9,1301	Z	[P1*P3]
G01	X	50,4621	Y	8,6729	Z	[P1*P3]
G01	X	51,4077	Y	8,2018	Z	[P1*P3]
G01	X	52,3463	Y	7,717	Z	[P1*P3]
G01	X	53,2779	Y	7,2185	Z	[P1*P3]
G01	X	54,2021	Y	6,7065	Z	[P1*P3]
G01	X	55,1187	Y	6,1811	Z	[P1*P3]
G01	X	56,0276	Y	5,6425	Z	[P1*P3]
G01	X	56,9286	Y	5,0907	Z	[P1*P3]
G01	X	57,8215	Y	4,5258	Z	[P1*P3]
G01	X	58,706	Y	3,948	Z	[P1*P3]
G01	X	59,5821	Y	3,3574	Z	[P1*P3]
G01	X	60,4494	Y	2,7541	Z	[P1*P3]
G01	X	61,3079	Y	2,1383	Z	[P1*P3]
G01	X	62,1572	Y	1,51	Z	[P1*P3]
G01	X	62,9973	Y	0,8693	Z	[P1*P3]
G01	X	63,828	Y	0,2165	Z	[P1*P3]
G01	X	64,6489	Y	-0,4484	Z	[P1*P3]
G01	X	65,46	Y	-1,1253	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2504	Y	-1,8049	Z	[P1*P3]
G01	X	66,4095	Y	-1,9538	Z	[P1*P3]
G01	X	66,5498	Y	-2,1043	Z	[P1*P3]
G01	X	66,6804	Y	-2,2648	Z	[P1*P3]
G01	X	66,7996	Y	-2,4334	Z	[P1*P3]
G01	X	66,9065	Y	-2,6083	Z	[P1*P3]
G01	X	67,0013	Y	-2,7903	Z	[P1*P3]
G01	X	67,0846	Y	-2,98	Z	[P1*P3]
G01	X	67,1554	Y	-3,1756	Z	[P1*P3]
G01	X	67,2132	Y	-3,3749	Z	[P1*P3]
G01	X	67,2572	Y	-3,5759	Z	[P1*P3]

G01	X	67,2882	Y	-3,7831	Z	[P1*P3]
G01	X	67,3053	Y	-3,9935	Z	[P1*P3]
G01	X	67,3084	Y	-4,2052	Z	[P1*P3]
G01	X	67,2975	Y	-4,416	Z	[P1*P3]
G01	X	67,2723	Y	-4,6264	Z	[P1*P3]
G01	X	67,2412	Y	-4,796	Z	[P1*P3]
G01	X	67,1995	Y	-4,9675	Z	[P1*P3]
G01	X	67,1481	Y	-5,137	Z	[P1*P3]
G01	X	67,0873	Y	-5,3032	Z	[P1*P3]
G01	X	67,0175	Y	-5,4647	Z	[P1*P3]
G01	X	66,9393	Y	-5,6206	Z	[P1*P3]
G01	X	66,8534	Y	-5,7696	Z	[P1*P3]
G01	X	66,7583	Y	-5,9146	Z	[P1*P3]
G01	X	66,6547	Y	-6,0545	Z	[P1*P3]
G01	X	66,5436	Y	-6,188	Z	[P1*P3]
G01	X	66,4257	Y	-6,314	Z	[P1*P3]
G01	X	66,3017	Y	-6,432	Z	[P1*P3]
G01	X	66,1748	Y	-6,5393	Z	[P1*P3]
G01	X	66,0406	Y	-6,64	Z	[P1*P3]
G01	X	65,9004	Y	-6,7334	Z	[P1*P3]
G01	X	65,7552	Y	-6,8184	Z	[P1*P3]
G01	X	65,6064	Y	-6,8944	Z	[P1*P3]
G01	X	65,4574	Y	-6,9599	Z	[P1*P3]
G01	X	65,2732	Y	-7,0271	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0858	Y	-7,0812	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8944	Y	-7,1226	Z	[P1*P3]
G01	X	64,7016	Y	-7,1509	Z	[P1*P3]
G01	X	64,5089	Y	-7,1656	Z	[P1*P3]
G01	X	64,3193	Y	-7,1669	Z	[P1*P3]
G01	X	64,1279	Y	-7,1553	Z	[P1*P3]
G01	X	63,9368	Y	-7,1308	Z	[P1*P3]
G01	X	63,7484	Y	-7,0938	Z	[P1*P3]
G01	X	63,5633	Y	-7,0442	Z	[P1*P3]
G01	X	63,3932	Y	-6,9865	Z	[P1*P3]
G01	X	63,2062	Y	-6,9092	Z	[P1*P3]
G01	X	62,316	Y	-6,519	Z	[P1*P3]
G01	X	61,4015	Y	-6,136	Z	[P1*P3]
G01	X	60,4807	Y	-5,7684	Z	[P1*P3]
G01	X	59,5541	Y	-5,416	Z	[P1*P3]
G01	X	58,6218	Y	-5,0791	Z	[P1*P3]
G01	X	57,6841	Y	-4,7576	Z	[P1*P3]
G01	X	56,7413	Y	-4,4516	Z	[P1*P3]
G01	X	55,7936	Y	-4,1612	Z	[P1*P3]
G01	X	54,8413	Y	-3,8865	Z	[P1*P3]
G01	X	53,8846	Y	-3,6274	Z	[P1*P3]
G01	X	52,9238	Y	-3,384	Z	[P1*P3]

G01	X	51,9591	Y	-3,1565	Z	[P1*P3]	
G01	X	50,9908	Y	-2,9449	Z	[P1*P3]	
G01	X	50,0192	Y	-2,7491	Z	[P1*P3]	
G01	X	49,0445	Y	-2,5694	Z	[P1*P3]	
G01	X	48,067	Y	-2,4057	Z	[P1*P3]	
G01	X	47,0869	Y	-2,2581	Z	[P1*P3]	
G01	X	46,1045	Y	-2,1267	Z	[P1*P3]	
G01	X	45,12	Y	-2,0115	Z	[P1*P3]	
G01	X	44,1338	Y	-1,9126	Z	[P1*P3]	
G01	X	43,146	Y	-1,83	Z	[P1*P3]	
G01	X	42,157	Y	-1,7639	Z	[P1*P3]	
G01	X	41,1669	Y	-1,7142	Z	[P1*P3]	
G01	X	40,1761	Y	-1,681	Z	[P1*P3]	
G01	X	39,1849	Y	-1,6644	Z	[P1*P3]	
G01	X	38,1935	Y	-1,6726	Z	[P1*P3]	
G01	X	37,2023	Y	-1,6808	Z	[P1*P3]	
G01	X	36,2115	Y	-1,7137	Z	[P1*P3]	
G01	X	35,2214	Y	-1,763	Z	[P1*P3]	
G01	X	34,2322	Y	-1,8287	Z	[P1*P3]	
G01	X	33,2443	Y	-1,9107	Z	[P1*P3]	
G01	X	32,2578	Y	-2,009	Z	[P1*P3]	
G01	X	31,273	Y	-2,1235	Z	[P1*P3]	
G01	X	30,2903	Y	-2,2542	Z	[P1*P3]	
G01	X	29,3098	Y	-2,4011	Z	[P1*P3]	
G01	X	27,3567	Y	-2,7431	Z	[P1*P3]	
M05							
G01	X	45,0088	Y	-3,0355	Z	[P1*P3]	F5000
M04							
G01	X	45,0088	Y	-3,0355	Z	[P1*P3]	F525
G01	X	44,0395	Y	-2,9383	Z	[P1*P3]	
G01	X	43,0687	Y	-2,8572	Z	[P1*P3]	
G01	X	42,0968	Y	-2,7921	Z	[P1*P3]	
G01	X	41,1239	Y	-2,7433	Z	[P1*P3]	
G01	X	40,1503	Y	-2,7107	Z	[P1*P3]	
G01	X	39,1763	Y	-2,6944	Z	[P1*P3]	
G01	X	38,2021	Y	-2,70245	Z	[P1*P3]	
G01	X	37,228	Y	-2,7105	Z	[P1*P3]	
G01	X	36,2543	Y	-2,7429	Z	[P1*P3]	
G01	X	35,2812	Y	-2,7913	Z	[P1*P3]	
G01	X	34,309	Y	-2,8559	Z	[P1*P3]	
G01	X	33,3379	Y	-2,9365	Z	[P1*P3]	
G01	X	32,3683	Y	-3,0331	Z	[P1*P3]	
G01	X	31,4004	Y	-3,1457	Z	[P1*P3]	
G01	X	30,4345	Y	-3,2741	Z	[P1*P3]	
G01	X	29,4708	Y	-3,4185	Z	[P1*P3]	
G01	X	28,5095	Y	-3,5787	Z	[P1*P3]	

G01	X	27,5511	Y	-3,7546	Z	[P1*P3]
G01	X	26,5957	Y	-3,9464	Z	[P1*P3]
G01	X	25,6435	Y	-4,1538	Z	[P1*P3]
G01	X	24,695	Y	-4,377	Z	[P1*P3]
G01	X	23,7503	Y	-4,6159	Z	[P1*P3]
G01	X	22,8098	Y	-4,8704	Z	[P1*P3]
G01	X	21,8737	Y	-5,1405	Z	[P1*P3]
G01	X	20,9423	Y	-5,4262	Z	[P1*P3]
G01	X	20,0159	Y	-5,7276	Z	[P1*P3]
G01	X	19,0947	Y	-6,0444	Z	[P1*P3]
G01	X	18,1791	Y	-6,3768	Z	[P1*P3]
G01	X	17,2692	Y	-6,7247	Z	[P1*P3]
G01	X	16,3655	Y	-7,0879	Z	[P1*P3]
G01	X	15,4679	Y	-7,4664	Z	[P1*P3]
G01	X	14,5767	Y	-7,8597	Z	[P1*P3]
G01	X	13,692	Y	-8,2675	Z	[P1*P3]
G01	X	12,8139	Y	-8,6896	Z	[P1*P3]
G01	X	11,9426	Y	-9,1257	Z	[P1*P3]
G01	X	11,0352	Y	-9,5981	Z	[P1*P3]
G01	X	10,1355	Y	-10,0852	Z	[P1*P3]
G01	X	9,2435	Y	-10,5863	Z	[P1*P3]
G01	X	8,3593	Y	-11,1011	Z	[P1*P3]
G01	X	6,8578	Y	-12,0065	Z	[P1*P3]
G01	X	6,5396	Y	-12,1852	Z	[P1*P3]
G01	X	6,2175	Y	-12,3569	Z	[P1*P3]
G01	X	5,7108	Y	-12,6139	Z	[P1*P3]
G01	X	5,1981	Y	-12,8592	Z	[P1*P3]
G01	X	4,6795	Y	-13,0926	Z	[P1*P3]
G01	X	4,1554	Y	-13,3136	Z	[P1*P3]
G01	X	3,6261	Y	-13,522	Z	[P1*P3]
G01	X	3,092	Y	-13,7176	Z	[P1*P3]
G01	X	2,5533	Y	-13,9	Z	[P1*P3]
G01	X	2,0103	Y	-14,0689	Z	[P1*P3]
G01	X	1,4635	Y	-14,2241	Z	[P1*P3]
G01	X	0,9489	Y	-14,3564	Z	[P1*P3]
G01	X	0,4314	Y	-14,4762	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,0887	Y	-14,5833	Z	[P1*P3]
G01	X	-0,6112	Y	-14,6773	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,1357	Y	-14,7581	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,6621	Y	-14,8254	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,19	Y	-14,8789	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,7191	Y	-14,9185	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,2493	Y	-14,9439	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,7802	Y	-14,9549	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,3116	Y	-14,9512	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,7614	Y	-14,9363	Z	[P1*P3]

G01	X	-5,2109	Y	-14,9106	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,6597	Y	-14,8736	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,1074	Y	-14,8252	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,5537	Y	-14,7651	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,998	Y	-14,6929	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,44	Y	-14,6085	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,8793	Y	-14,5116	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,3154	Y	-14,402	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,748	Y	-14,2792	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,1766	Y	-14,1432	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,6008	Y	-13,9936	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,0203	Y	-13,8302	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,4051	Y	-13,666	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,7848	Y	-13,4896	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,1589	Y	-13,3013	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,5267	Y	-13,1011	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,8876	Y	-12,8891	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,2411	Y	-12,6653	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,5865	Y	-12,4299	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,9232	Y	-12,183	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,2508	Y	-11,9246	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,5685	Y	-11,6548	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,8757	Y	-11,3737	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,1719	Y	-11,0814	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,4566	Y	-10,778	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,729	Y	-10,4635	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,9886	Y	-10,1382	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,2352	Y	-9,8025	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,4686	Y	-9,4571	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,6884	Y	-9,1026	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,8946	Y	-8,7396	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,0869	Y	-8,3689	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,2649	Y	-7,9909	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,4287	Y	-7,6063	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,5778	Y	-7,2158	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,7121	Y	-6,8199	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,8313	Y	-6,4193	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,9353	Y	-6,0147	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,0238	Y	-5,6066	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,0965	Y	-5,1956	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,1535	Y	-4,7825	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,1948	Y	-4,3676	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,221	Y	-3,9514	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,2323	Y	-3,5344	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,2291	Y	-3,1172	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,2119	Y	-2,7	Z	[P1*P3]

G01	X	-17,1809	Y	-2,2835	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,1279	Y	-1,799	Z	[P1*P3]
G01	X	-17,0574	Y	-1,3165	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,97	Y	-0,8368	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,8663	Y	-0,3604	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,747	Y	0,112	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,6127	Y	0,5798	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,4619	Y	1,0488	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,297	Y	1,5119	Z	[P1*P3]
G01	X	-16,1183	Y	1,9692	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,9261	Y	2,4205	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,721	Y	2,8657	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,5032	Y	3,3046	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,2732	Y	3,7372	Z	[P1*P3]
G01	X	-15,0313	Y	4,1633	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,7779	Y	4,5828	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,5134	Y	4,9956	Z	[P1*P3]
G01	X	-14,2382	Y	5,4016	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,9527	Y	5,8006	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,597	Y	6,27	Z	[P1*P3]
G01	X	-13,2274	Y	6,7292	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,8447	Y	7,1778	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,4493	Y	7,6159	Z	[P1*P3]
G01	X	-12,0418	Y	8,0433	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,6228	Y	8,4598	Z	[P1*P3]
G01	X	-11,1927	Y	8,8653	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,7522	Y	9,2597	Z	[P1*P3]
G01	X	-10,3018	Y	9,6429	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,8421	Y	10,0146	Z	[P1*P3]
G01	X	-9,3735	Y	10,3748	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,8964	Y	10,7232	Z	[P1*P3]
G01	X	-8,411	Y	11,0593	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,9176	Y	11,3829	Z	[P1*P3]
G01	X	-7,4164	Y	11,6936	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,9077	Y	11,9911	Z	[P1*P3]
G01	X	-6,3917	Y	12,275	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,8687	Y	12,5451	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,339	Y	12,8009	Z	[P1*P3]
G01	X	-5,0239	Y	12,9426	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,8027	Y	13,0421	Z	[P1*P3]
G01	X	-4,2603	Y	13,2686	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,7122	Y	13,4815	Z	[P1*P3]
G01	X	-3,1592	Y	13,6819	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,6019	Y	13,8711	Z	[P1*P3]
G01	X	-2,0409	Y	14,0504	Z	[P1*P3]
G01	X	-1,3355	Y	14,2623	Z	[P1*P3]

G01	X	-0,6262	Y	14,4623	Z	[P1*P3]
G01	X	0,0861	Y	14,6523	Z	[P1*P3]
G01	X	0,8007	Y	14,8339	Z	[P1*P3]
G01	X	1,9472	Y	15,1104	Z	[P1*P3]
G01	X	3,0972	Y	15,3697	Z	[P1*P3]
G01	X	4,2507	Y	15,6113	Z	[P1*P3]
G01	X	5,4077	Y	15,8349	Z	[P1*P3]
G01	X	6,568	Y	16,0398	Z	[P1*P3]
G01	X	7,7316	Y	16,2259	Z	[P1*P3]
G01	X	8,8982	Y	16,393	Z	[P1*P3]
G01	X	10,0675	Y	16,5411	Z	[P1*P3]
G01	X	11,239	Y	16,6704	Z	[P1*P3]
G01	X	12,4126	Y	16,7808	Z	[P1*P3]
G01	X	13,4808	Y	16,8648	Z	[P1*P3]
G01	X	14,5502	Y	16,9333	Z	[P1*P3]
G01	X	15,6205	Y	16,9862	Z	[P1*P3]
G01	X	16,6914	Y	17,0234	Z	[P1*P3]
G01	X	17,7628	Y	17,0451	Z	[P1*P3]
G01	X	18,8343	Y	17,0511	Z	[P1*P3]
G01	X	19,9058	Y	17,0415	Z	[P1*P3]
G01	X	20,9771	Y	17,0163	Z	[P1*P3]
G01	X	22,0478	Y	16,9753	Z	[P1*P3]
G01	X	23,1178	Y	16,9187	Z	[P1*P3]
G01	X	24,1869	Y	16,8464	Z	[P1*P3]
G01	X	25,2548	Y	16,7583	Z	[P1*P3]
G01	X	26,3213	Y	16,6546	Z	[P1*P3]
G01	X	27,3861	Y	16,5353	Z	[P1*P3]
G01	X	28,4491	Y	16,4004	Z	[P1*P3]
G01	X	29,51	Y	16,25	Z	[P1*P3]
G01	X	30,5686	Y	16,0841	Z	[P1*P3]
G01	X	31,6247	Y	15,9028	Z	[P1*P3]
G01	X	32,6781	Y	15,7061	Z	[P1*P3]
G01	X	33,7285	Y	15,494	Z	[P1*P3]
G01	X	34,7756	Y	15,2667	Z	[P1*P3]
G01	X	35,8194	Y	15,0242	Z	[P1*P3]
G01	X	36,8595	Y	14,7665	Z	[P1*P3]
G01	X	37,8958	Y	14,4937	Z	[P1*P3]
G01	X	38,928	Y	14,2058	Z	[P1*P3]
G01	X	39,9558	Y	13,9029	Z	[P1*P3]
G01	X	40,9792	Y	13,5851	Z	[P1*P3]
G01	X	41,9977	Y	13,2524	Z	[P1*P3]
G01	X	43,0114	Y	12,9048	Z	[P1*P3]
G01	X	44,0198	Y	12,5425	Z	[P1*P3]
G01	X	45,0228	Y	12,1654	Z	[P1*P3]
G01	X	46,0201	Y	11,7738	Z	[P1*P3]
G01	X	47,0116	Y	11,3675	Z	[P1*P3]

G01	X	47,9969	Y	10,9467	Z	[P1*P3]
G01	X	48,976	Y	10,5114	Z	[P1*P3]
G01	X	49,9487	Y	10,0619	Z	[P1*P3]
G01	X	50,9146	Y	9,5982	Z	[P1*P3]
G01	X	51,8737	Y	9,1204	Z	[P1*P3]
G01	X	52,8257	Y	8,6287	Z	[P1*P3]
G01	X	53,7704	Y	8,1231	Z	[P1*P3]
G01	X	54,7077	Y	7,6039	Z	[P1*P3]
G01	X	55,6374	Y	7,071	Z	[P1*P3]
G01	X	56,5592	Y	6,5247	Z	[P1*P3]
G01	X	57,4729	Y	5,9651	Z	[P1*P3]
G01	X	58,3785	Y	5,3922	Z	[P1*P3]
G01	X	59,2756	Y	4,8062	Z	[P1*P3]
G01	X	60,164	Y	4,2072	Z	[P1*P3]
G01	X	61,0437	Y	3,5954	Z	[P1*P3]
G01	X	61,9144	Y	2,9708	Z	[P1*P3]
G01	X	62,7758	Y	2,3336	Z	[P1*P3]
G01	X	63,6279	Y	1,6838	Z	[P1*P3]
G01	X	64,4704	Y	1,0217	Z	[P1*P3]
G01	X	65,3031	Y	0,3472	Z	[P1*P3]
G01	X	66,1258	Y	-0,3393	Z	[P1*P3]
G01	X	66,9383	Y	-1,038	Z	[P1*P3]
G01	X	67,139	Y	-1,2257	Z	[P1*P3]
G01	X	67,327	Y	-1,4275	Z	[P1*P3]
G01	X	67,5012	Y	-1,6417	Z	[P1*P3]
G01	X	67,6605	Y	-1,8668	Z	[P1*P3]
G01	X	67,8038	Y	-2,1013	Z	[P1*P3]
G01	X	67,9307	Y	-2,3449	Z	[P1*P3]
G01	X	68,0414	Y	-2,5971	Z	[P1*P3]
G01	X	68,1353	Y	-2,8565	Z	[P1*P3]
G01	X	68,212	Y	-3,1211	Z	[P1*P3]
G01	X	68,2708	Y	-3,3894	Z	[P1*P3]
G01	X	68,312	Y	-3,6652	Z	[P1*P3]
G01	X	68,3346	Y	-3,9441	Z	[P1*P3]
G01	X	68,3388	Y	-4,2243	Z	[P1*P3]
G01	X	68,3243	Y	-4,5037	Z	[P1*P3]
G01	X	68,2912	Y	-4,7807	Z	[P1*P3]
G01	X	68,249	Y	-5,0108	Z	[P1*P3]
G01	X	68,1936	Y	-5,2389	Z	[P1*P3]
G01	X	68,1253	Y	-5,4639	Z	[P1*P3]
G01	X	68,0445	Y	-5,6846	Z	[P1*P3]
G01	X	67,9515	Y	-5,9001	Z	[P1*P3]
G01	X	67,8466	Y	-6,1092	Z	[P1*P3]
G01	X	67,7309	Y	-6,3098	Z	[P1*P3]
G01	X	67,6035	Y	-6,504	Z	[P1*P3]
G01	X	67,465	Y	-6,691	Z	[P1*P3]

G01	X	67,3161	Y	-6,8698	Z	[P1*P3]
G01	X	67,1575	Y	-7,0395	Z	[P1*P3]
G01	X	66,9898	Y	-7,1991	Z	[P1*P3]
G01	X	66,8171	Y	-7,345	Z	[P1*P3]
G01	X	66,6356	Y	-7,4813	Z	[P1*P3]
G01	X	66,4464	Y	-7,6072	Z	[P1*P3]
G01	X	66,2504	Y	-7,7221	Z	[P1*P3]
G01	X	66,0484	Y	-7,8253	Z	[P1*P3]
G01	X	65,8414	Y	-7,9163	Z	[P1*P3]
G01	X	65,5929	Y	-8,0069	Z	[P1*P3]
G01	X	65,3379	Y	-8,0805	Z	[P1*P3]
G01	X	65,0782	Y	-8,1367	Z	[P1*P3]
G01	X	64,8156	Y	-8,1751	Z	[P1*P3]
G01	X	64,5519	Y	-8,1953	Z	[P1*P3]
G01	X	64,2917	Y	-8,1972	Z	[P1*P3]
G01	X	64,031	Y	-8,1813	Z	[P1*P3]
G01	X	63,7718	Y	-8,1481	Z	[P1*P3]
G01	X	63,5156	Y	-8,0977	Z	[P1*P3]
G01	X	63,2642	Y	-8,0304	Z	[P1*P3]
G01	X	63,0307	Y	-7,9511	Z	[P1*P3]
G01	X	62,8028	Y	-7,857	Z	[P1*P3]
G01	X	61,9103	Y	-7,4657	Z	[P1*P3]
G01	X	61,0116	Y	-7,0894	Z	[P1*P3]
G01	X	60,1067	Y	-6,7281	Z	[P1*P3]
G01	X	59,196	Y	-6,3818	Z	[P1*P3]
G01	X	58,2797	Y	-6,0507	Z	[P1*P3]
G01	X	57,3581	Y	-5,7347	Z	[P1*P3]
G01	X	56,4314	Y	-5,434	Z	[P1*P3]
G01	X	55,4999	Y	-5,1485	Z	[P1*P3]
G01	X	54,5639	Y	-4,8784	Z	[P1*P3]
G01	X	53,6235	Y	-4,6238	Z	[P1*P3]
G01	X	52,6791	Y	-4,3846	Z	[P1*P3]
G01	X	51,7309	Y	-4,161	Z	[P1*P3]
G01	X	50,7791	Y	-3,9529	Z	[P1*P3]
G01	X	49,8241	Y	-3,7605	Z	[P1*P3]
G01	X	48,866	Y	-3,5839	Z	[P1*P3]
G01	X	47,9052	Y	-3,423	Z	[P1*P3]
G01	X	46,9419	Y	-3,2779	Z	[P1*P3]
G01	X	45,0088	Y	-3,0355	Z	[P1*P3]
M05						
P3=P3+1						
N2:						
#RPT[N1,N2,P2]						
M30						