

### **CAMBIOS GENERADOS DEBIDO AL REEMPLAZO DE LAS 4 COCINAS EXISTENTES**

Actualmente se encuentran en proceso de fabricación 4 cocinas de 60 Ton/hr que reemplazarán las cocinas existentes, todas estas cocinas consumen vapor tanto por chaqueta como por rotores, esta condición de por sí ya genera una condición operacional diferente a las cocinas 1 y 2 actuales, las cuales operan con condensado de los Secadores Rotatubos Enercom, por lo mismo, pasaremos a enumerar que cambios genera en el reemplazo de las cocinas en el sistema de vapor y condensado actual:

- Reemplazo de Cocinas 1 y 2: trae como consecuencia el dejar de usar condensado en las chaquetas proveniente de los Secadores Rotatubos 1 y 2, como consecuencia se dispone de más condensado para generar más vapor flash que será empleado en las chaquetas de las nuevas cocinas
- Se aprovechará el sistema de flash actual a fin de incorporarlo como fuente de alimentación de vapor para las nuevas cocinas.
- Incorporar un nuevo sistema reductor de presión de vapor que se empleará en arranques de la planta cuando no se disponga de vapor flash (adicionalmente este sistema también servirá para ecualizar el tanque generador de vapor flash principal)
- Redimensionar el sistema de distribución de vapor flash a las chaquetas de las nuevas cocinas
- Se dispone de más condensado tanto en el tanque flash (proveniente de los secadores rotatubos 1 y 2 como de las chaquetas de las cocinas 1 y 2) para ser usado en los calentadores de caldos
- Se dispone del condensado de los rotores 2 a 4.5 Bar que será empleado para generar vapor flash en calentadores de espuma (Nueva fuente de calentamiento)
- Se genera un nuevo sistema de distribución de vapor flash que alimentará a calentadores de espuma
- A fin de optimizar la instalación actual se propone realizar modificaciones que generen un mínimo impacto, operacional y económico. Esto implica: Redimensionamiento de tanques flash existentes, redimensionamiento de tuberías de distribución de vapor y condensado, implementación de nuevo sistema de vapor flash, implementación de nuevo sistema de recuperación de condensado, etc.



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

### Consumo de Vapor en nuevas cocinas

De acuerdo a los datos brindados por Cometal tenemos:

RPM	PRESION DE VAPOR (Bar)	Kg/hora Vapor requerido	capacidad TM de MP/HORA
35	2.5 Bar	5774	37
	4.5 Bar	5904	37
	6.5 Bar	6017	37
55	2.5 Bar	9051	58
	4.5 Bar	9255	58
	6.5 Bar	9432	58
65	2.5 Bar	10611	68
	4.5Bar	10850	68
	6.5Bar	11058	68

Para el caso se plantea el escenario que las cocinas operaran en un rango de presión de 2.5 a 4.5 Bar, considerando que la planta actualmente tiene licencia para procesar 160 TM /hr se plantea el escenario que todas trabajen a 40 TM o que si por algún motivo una línea deja de procesar se tendría un escenario en que 3 cocinas procesen las 160 TM que se requieren, por lo tanto, considerando esto último es preferible dimensionar el sistema de transporte de vapor y condensado con la máxima capacidad requerida en cada cocina a 60 TM, ya en producción se regularán las rpm para que procesen los 40 TM que se quieran cuando se dispongan de todos los equipos.

El consumo de vapor estaría distribuido de manera similar a las cocinas 3 y 4 existentes, es decir, con vapor flash a 1.5 Bar (Se puede incrementar la presión) por las chaquetas y con vapor reducido por los rotores en el rango de 2.5 hasta 4.5 Bar. Considerando esto tenemos:

Consumo de la cocina procesando 60 TM: 9575 Kg/hr

Capacidad de línea de distribución hacia rotor: 7180 Kg/hr

Capacidad de línea de vapor de 1.5 bar a chaquetas: 2395 Kg/hr

Es decir, las tuberías se dimensionan para la capacidad indicada y si las 4 cocinas están operando a la vez al regular las revoluciones, se limita el consumo de vapor para la carga procesada (40 TPM), en este caso sólo debemos asegurarnos de que el vapor se alimente a la presión requerida.

A fin de asegurarnos que las cocinas sean abastecidas con vapor en cualquier condición de carga los rotores serán abastecidos con las líneas de vapor existentes (2 de 10" existente, con una línea sería suficiente) y las chaquetas serán abastecidas con vapor flash ( cuando no se disponga de vapor flash las chaquetas se abastecerán de vapor con las 2 estaciones reductoras de equalización, actualmente existe una y la siguiente se tiene que implementar con



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

las modificaciones del sistema de generación de vapor flash a partir de la instalación de las 4 cocinas Cometal).

### **Modificaciones del sistema actual de vapor flash para adecuarlo a las nuevas necesidades de la planta (Reemplazo de cocinas).**

Ya anteriormente pudimos ver que se dispone de entre 2542 Kg/hr y 3106 Kg/hr de vapor flash proveniente de 1 Secador Rotatubos Fima, 3 Secadores Rotadisk y los Rotores de las cocinas 3 y 4, con el reemplazo de las cocinas el nuevo escenario de generación de vapor flash sería:

01 Secador Rotatubos Fima: 11475 kg/hr @ 90 psi

02 Secadores Rotatubos Enercom: 20250 Kg/hr @ 90 psi

03 Secadores Rotadisk: 24375 kg/hr @ 5.5 Bar

La Incorporación del condensado de los rotatubos Enercom al sistema de generación de vapor flash nos permiten adicionar de manera constante (cuando la planta opere a máxima carga) 1555 kg/hr, es decir, el condensado de los rotores de las cocinas 3 y 4 ya no se alimentarán al tanque flash, como consecuencia se genera un sistema que nos brinda 4097 Kg/hr de vapor a 1.5 bar que se alimentará a las chaquetas de las cocinas Cometal (Las cocinas cometal para procesar 160 TM requieren 6384 Kg/hr de vapor por las chaquetas), esto significa que el sistema de flash podrá suministrar mas del 64% del vapor requerido por las chaquetas, la diferencia será abastecido por las líneas de ecualización del tanque flash (vapor reducido).

Es necesario hacer notar que las líneas de alimentación de vapor y condensado para las nuevas cocinas deberán tener el dimensionamiento para máxima capacidad de procesamiento, esto implica una línea de alimentación al rotor que nos brinde 7180 kg/hr y una línea de abastecimiento de vapor flash de 2395 Kg/hr.

De lo anterior tenemos que considerando que el tanque flash actual tiene un diámetro de 1 mt, para el nuevo flujo de 4097 kg/hr @ 1.5 Bar, la velocidad del vapor en el tanque flash es de 1.03 m/s la cual es excelente para una buena separación del vapor y condensado. Debido al incremento del ingreso de condensado se debe reemplazar la línea de ingreso de condensado de las cocinas 3 y 4 existentes (6") por una de 8" que transporte el condensado de los secadores Enercom, este cambio también involucra el ingreso al tanque de 6" a 8".

Respecto al sistema de trapeo tenemos que las 5 trampas existentes tienen una capacidad en conjunto de 100 ton/hr de evacuación de condensado con un diferencial de 5 psi, para el caso se requiere evacuar cerca de 52 ton/hr, con ello el factor de seguridad es de 1.92, bastante cercano a 2 que es el recomendado. De lo anterior no se requiere modificar el sistema de purga del tanque flash.

Respecto al condensado que enviamos a los calentadores se genera un incremento de 13 ton/hr (Se incluye el condensado de las chaquetas de las cocinas Cometal), generando un incremento de capacidad de calentamiento de 20% (hay que hacer notar que la planta tenía una configuración operacional 1 y

## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

3, 1 y 4, 2 y 3, 2 y 4 o todas las cocinas a la vez, esto quiere decir que las cocinas 1 o 2 solo trabajaban juntas cuando la planta estaba a full carga, en baja carga trabajaba cocina 1 o 2 con cocinas 3 o 4, esto para aprovechar el vapor flash generado en los secadores.

El reemplazo de las cocinas nos genera una oportunidad de reaprovechar el exceso de energía que posee el condensado de todos los secadores tanto para generar vapor flash como para los calentadores de espuma.

Dentro de los consumos actuales tenemos los cuaguladores, según cálculos estos requieren aprox. 2 ton/hr de vapor, a fin de suplir esta necesidad, emplearemos el condensado de los rotores de las cocinas Cometal para poder generar vapor flash de 0.7 bar para abastecer este consumo.



Equipo Coagulador (Sistema de Calentamiento con Vapor Vivo)

Tenemos que el consumo de vapor en los rotores es de 19147 kg/hr con una presión de 2.5 a 4.5 bar, a partir de ello podemos generar entre 895 kg/hr y 1512 kg/hr, con ello podemos afirmar que el empleo del condensado de los rotores para generar vapor flash para los coaguladores son una gran oportunidad.

El tanque flash requerido tiene las siguientes dimensiones: 0.9 mt de diámetro, 2.2 mt de altura, ingreso de condensado 12", venteo de 10" y 6" de toma para la purga. A fin de complementar la evacuación de condensado, se requiere instalar un nuevo tanque de condensado de 1.2 mt de diámetro x 1.8 mt de altura



## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

(Tanque de condensado no menor de 1.2 M3, venteo de 8", succión de la bomba de 6".

Debido a los cambios en las cargas y la nueva redistribución de condensados se debe de reemplazar las bombas del tanque de condensado existente, las nuevas bombas deberán tener una capacidad de no menos de 80 M3/hr, las bombas que se estarían retirando se emplearán en el nuevo sistema de retorno de condensado que retornará el condensado del nuevo tanque flash (condensado de rotores de cocinas Cometal). Adicionalmente es necesario incrementar el venteo del tanque de condensado actual de 14" a 18" ó 20", lo que comercialmente sea mejor en el manejo de materiales.



## **LISTADO DE COMPONENTES REQUERIDOS PARA IMPLEMENTACION**

- **Modificación del sistema de vapor flash tanque principal:**

- Estación Reductora de presión para vapor que consta de los siguientes elementos:
  - Separador de humedad marca SPIRAX SARCO modelo S13 de 4" ANSI 250
  - Paquete de purga con trampa tipo flotador FT14-10 de 1" (Incluye filtro, visor, check y 2 válvulas de aislamiento)
  - Válvula esférica M40S2 de 4" (1 Unidad)
  - Filtro tipo Y marca SPIRAX SARCO de 4" bridado ANSI 250
  - Válvula Reductora de presión tipo pilotada para vapor marca SPIRAX SARCO modelo 25P de 2.5" ANSI 250
  - Manómetro 0-100 psi con tubo sifón y válvula de aislamiento
- Válvula Check tipo duocheck para vapor marca NEWAY de 12" para instalación entre bridas ANSI 150.

- **Implementación Manifold A sistema de Generación de vapor:**

- Válvula Mariposa en alta performance de 16" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 14" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 12" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 8" conexión bridada ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 3" conexión bridada ANSI 150
- Accesorios para bolsa de purga de condensado con trampa flotador de 2" marca SPIRAX SARCO que incluye (1 válvula de purga de 1-1/2" M10S2, 2 válvulas M10S2 de 2", 1 Filtro Y modelo IT de 2", 1 visor SGD de 2", 1 Válvula check disco DCV4 de 2")
- Manómetro de 4" 0 a 200 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

- **Implementación Manifold B sistema de Generación de vapor:**

- Válvula Mariposa en alta performance de 16" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 12" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150 (2 Unidades)
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 8" conexión bridada ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 3" conexión bridada ANSI 150





## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- Accesorios para bolsa de purga de condensado con trampa flotador de 2" marca SPIRAX SARCO que incluye (1 válvula de purga de 1-1/2" M10S2, 2 válvulas M10S2 de 2", 1 Filtro Y modelo IT de 2", 1 visor SGD de 2", 1 Válvula check disco DCV4 de 2")
- Manómetro de 4" 0 a 200 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

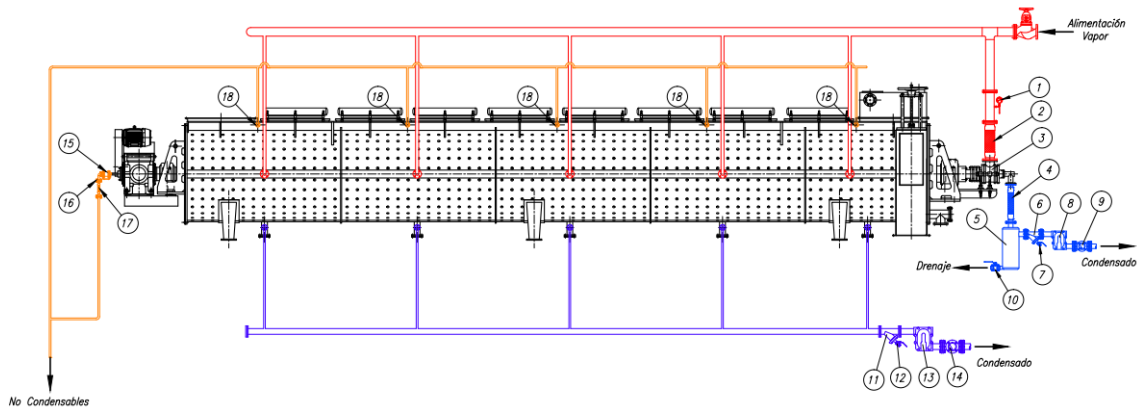
- **Implementación de sistema de vapor flash para Coaguladores:**

- Estación Reductora de presión para vapor que consta de los siguientes elementos:
  - Separador de humedad marca SPIRAX SARCO modelo S13 de 3" ANSI 250
  - Paquete de purga con trampa tipo flotador FT14-10 de 1" (Incluye filtro, visor, check y 2 válvulas de aislamiento)
  - Válvula esférica M40S2 de 3" (1 Unidad)
  - Filtro tipo Y marca SPIRAX SARCO de 3" bridado ANSI 250
  - Válvula Reductora de presión tipo pilotada para vapor marca SPIRAX SARCO modelo 25P de 2" ANSI 250
  - Manómetro 0-100 psi con tubo sifón y válvula de aislamiento
- Válvula Check tipo duocheck para vapor marca NEWAY de 8" para instalación entre bridas ANSI 150.
- Válvula de Seguridad marca SPIRAX SARCO de 2" (2 unidades)
- 02 Paquete de purga de 2-1/2" con trampa marca SPIRAX SARCO modelo FTD (Incluye 02 Válvula M10S2, filtro Y modelo IT, Visor para condensado SGD, Válvula check tipo Disco DCV)
- Manómetro de 4" 0 a 30 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

En el caso de las cocinas es necesario verificar el listado de componentes con que se están suministrando, esto principalmente porque se tiene que evaluar las trampas y su dimensionamiento puesto que se está modificando la contrapresión de las mismas al incorporarlas como alimentadoras de condensado del nuevo sistema de vapor flash (rotores) y para el sistema de alimentación de condensado a calentadores de caldos (Chaquetas).

## Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

### ANALISIS DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE EVACUACION DE CONDENSADO DE NUEVAS COCINAS AL INCORPORARSE AL SNUEVO SISTEMA DE VAPOR FLASH

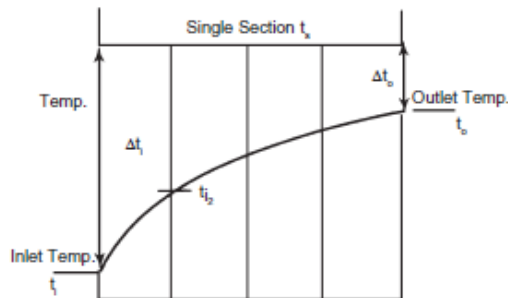


De acuerdo al diagrama remitido por Cometal donde se visualiza tanto el ingreso de vapor al rotor y las chaquetas, y la evacuación de condensado de ambos consumos hacemos notar lo siguiente:

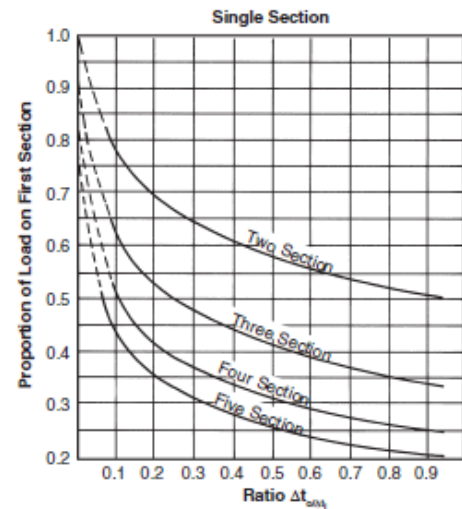
- El rotor tiene alimentación de 6", este diámetro nos sirve cuando las 4 cocinas trabajan a la vez (tener en cuenta que las cocinas trabajan entre 2.5 y 4.5 Bar) y el consumo de vapor es menor que a full carga, si por algún motivo sale una cocina de operación y se quedan operando con 3 se requeriría más vapor en el rotor por lo cual se sugiere que después de la válvula globo de 6", la tubería se agrande a 8" hasta el ingreso del rotor.
- Respecto a la evacuación de condensado, el rotor incorpora una trampa Armstrong de 3" M12, considerando que el condensado que evacuará esta trampa será enviado al nuevo tanque flash para coaguladores, podemos afirmar que no es necesario reemplazar la trampa, es decir, tiene suficiente capacidad para operar sin problemas con la nueva contrapresión.
- Con respecto a las chaquetas, estamos realizando modificaciones en la alimentación de vapor, en este caso, a diferencia del diagrama mostrado todas las chaquetas serán alimentadas con vapor flash y poseerá dos estaciones reductoras que abastecerán de vapor en los arranques hasta disponer de condensado en secadores. Esto quiere decir que tanto chaquetas como rotores poseerán ingresos de vapor independientes en cualquier condición de trabajo.
- Respecto a la distribución de la alimentación de vapor a las chaquetas tenemos el siguiente análisis:
  - El ingreso del pescado está en contracorriente con el vapor, esto quiere decir, que el pescado ingresa por el extremo opuesto de la alimentación de vapor al rotor.
  - El pescado actualmente puede venir refrigerado y puede ingresar a la cocina entre 9° y 10°C, para ser calentados hasta 90°C aproximadamente.
  - El consumo de vapor en chaquetas depende del diferencial de temperatura entre el vapor y el pescado, teniendo este último un incremento progresivo de temperatura desde su ingreso hasta su salida.
  - De lo anterior el consumo de vapor es mayor en la primera chaqueta y va decayendo en función al desplazamiento del pescado en la cocina, a



partir de ello podemos aplicar la siguiente figura para calcular el consumo de vapor en cada etapa:



**Figure 49**  
Temperature Distribution in Multi-Coil Heater



**Figure 50**  
Load on First Section of Multi-Coil Heater

De acuerdo a lo mostrado tenemos que el consumo de vapor en las chaquetas a full carga sería el siguiente:

Chaqueta 1: 865 Kg/hr  
Chaqueta 2: 552.5 Kg/hr  
Chaqueta 3: 414.3 Kg/hr  
Chaqueta 4: 310.8 Kg/hr  
Chaqueta 5: 259.0 Kg/hr

Esto quiere decir que el consumo de vapor en la primera chaqueta (ingreso) es 3.34 veces mayor a la ultima chaqueta, por lo anterior, las trampas no pueden ser iguales, y una sola trampa para todo el sistema puede afectar la normal evacuación de condensado de las chaquetas que consumen más vapor.

De lo anterior se sugiere reemplazar el sistema de evacuación de condensado (1 sola trampa) por el sistema de evacuación con trapeo independiente en cada chaqueta.

Accesorios para sistema de evacuación de condensado en chaquetas:

- 08 Paquete de purga con trampa tipo flotador SPIRAX SARCO modelo FT14 de 1-1/2" con accesorios (2 válvulas M10S2, 1 Filtro IT, Visor de condensado SGD, Válvula check DCV4)
- 12 Paquete de purga con trampa tipo flotador SPIRAX SARCO modelo FT14 de 1" con accesorios (2 válvulas M10S2, 1 Filtro IT, Visor de condensado SGD, Válvula check DCV4)
- 20 Válvulas de interrupción para vapor de paso total 3" bridadas.

## APENDICE DE CALCULOS

### 1. Capacidad de Generación en Calderas.

Respecto a las calderas y a nuestra sugerencia de instalar manifolds distribuidores de vapor tenemos las siguientes consideraciones:

Flujo de vapor real entregado por calderas:

De acuerdo a lo indicado por los fabricantes de calderas los flujos teóricamente los brindan a 212°F lo que es 0 psi, lo real es que las calderas operan a presiones mayores y antes de generar vapor tienen que llegar a su punto de ebullición que normalmente es mayor que 212°F y el vapor normalmente a mas presión tiene mas energía, esto se puede corroborar en la tabla de vapor que compartimos líneas abajo.

Considerando que en planta Coishco trabajan a 105 psi tenemos que:

TABLA DE VAPOR						
Presión de manómetro (relativa) (bar-g)	Temperatura °C	ENTALPIA ESPECÍFICA (kcal x 4,18 = kJ)			Volumen específico vapor saturado (m³/kg)	Peso específico vapor saturado (kg/m³)
		Calor sensible agua (kcal/kg)	Calor latente vaporización (kcal/kg)	Calor total vapor saturado (kcal/kg)		
-0,963	32,88	32,9	578,9	611,8	28,192	0,035
-0,913	45,81	45,8	571,5	617,3	14,674	0,068
-0,813	60,06	60,0	563,3	623,3	7,649	0,131
-0,713	69,1	69,1	558,0	627,0	5,229	0,191
-0,613	75,87	75,9	553,9	629,8	3,993	0,250
-0,513	81,33	81,3	550,6	632,0	3,240	0,309
-0,413	85,94	86,0	547,8	633,8	2,732	0,366
-0,313	89,95	90,0	545,4	635,3	2,365	0,423
-0,213	93,5	93,6	543,2	636,7	2,087	0,479
-0,113	96,71	96,8	541,2	637,9	1,869	0,535
-0,013	99,63	99,7	539,3	639,0	1,694	0,590
0	100	100,1	539,1	639,2	1,673	0,598
0,1	102,66	102,8	537,5	640,2	1,533	0,652
0,2	105,1	105,3	535,8	641,1	1,414	0,707
0,3	107,39	107,6	534,3	641,9	1,312	0,762
0,4	109,55	109,8	532,9	642,7	1,225	0,816
0,5	111,61	111,9	531,6	643,4	1,149	0,870
0,6	113,56	113,8	530,3	644,1	1,083	0,923
0,8	117,14	117,4	528,0	645,4	0,971	1,030
1	120,42	120,8	525,7	646,5	0,881	1,135
1,5	127,62	128,0	520,9	649,0	0,714	1,401
2	133,69	134,3	516,7	651,0	0,603	1,658
2,5	139,02	139,7	512,9	652,7	0,522	1,916
3	143,75	144,6	509,6	654,1	0,461	2,169
3,5	148,02	148,9	506,4	655,4	0,413	2,421
4	151,96	153,0	503,5	656,5	0,374	2,674
4,5	155,55	156,8	500,8	657,5	0,342	2,924
5	158,92	160,2	498,2	658,5	0,315	3,175
5,5	162,08	163,5	495,8	659,3	0,292	3,425
6	165,04	166,6	493,5	660,1	0,272	3,676
6,5	167,83	169,5	491,3	660,8	0,255	3,922
7	170,5	172,3	489,1	661,4	0,240	4,167
7,5	173,02	175,0	487,1	662,0	0,227	4,405
8	175,43	177,5	485,1	662,6	0,215	4,651
8,5	177,75	179,9	483,2	663,1	0,204	4,902
9	179,97	182,2	481,3	663,5	0,194	5,155
9,5	182,1	184,5	479,5	664,0	0,185	5,405
10	184,13	186,7	477,7	664,4	0,177	5,650
11	188,02	190,8	474,3	665,1	0,163	6,135
12	191,68	194,7	471,1	665,8	0,151	6,623