# Resolución del problema CORV mediante Constraint Programming*

Joaquín Bautista[1], Ramón Companys[2], Manuel Mateo[3], Jordi Pereira[4], Marcela de la Rosa[5]
[1]ETSEIB-DOE-UPC, Diagonal 647, Planta 7, 08028, Barcelona, bautista@oe.upc.es
[2]ETSEIB-DOE-UPC, Diagonal 647, Planta 7, 08028, Barcelona, companys@oe.upc.es
[3]ETSEIB-DOE-UPC, Diagonal 647, Planta 7, 08028, Barcelona,, mmateo@oe.upc.es
[4]ETSEIB-DOE-UPC, Diagonal 647, Planta 7, 08028, Barcelona,, pereira@oe.upc.es
[5]ETSEIB-DOE-UPC, Diagonal 647, Planta 7, 08028, Barcelona,, delarosa@oe.upc.es

## RESUMEN

*El problema de secuenciación de unidades mixtas en una única línea de producción con el objetivo de atenuar las variaciones de las tasas de consumo y/o utilización de recursos (componentes, equipos y personal) ha recibido atención creciente durante los últimos años. En el presente trabajo se considera la variante del problema que denominamos CORV (Constrained Output Rate Variation) comparando los resultados obtenidos mediante dos procedimientos: Programación por restricciones (CP) y Programación Dinámica Acotada (BDP).*
***Palabras clave****: Constraint Programming, Bounded Dynamic Programming, Líneas de producción, JIT, CORV.*

## 1 Introducción.

La secuenciación de las unidades con el objetivo de atenuar las variaciones de las tasas de consumo de recursos es un problema que ha recibido atención en la industria del sector automovilístico durante muchos años y adquiere un mayor relieve en la literatura a partir de 1983 a causa de su estrecha relación con algunos conceptos promovidos por el JIT como el de alcanzar la regularidad en la producción [1].

En [2] se presenta una interesante descripción del estado del arte, en la que clasificaba los problemas de secuenciación en el contexto indicado en dos categorías: PRV (product rate variation) y ORV (output rate variation). El primero tiene por objetivo la minimización de la variación de la tasa en que los diferentes productos están presentes en cualquier segmento de la secuencia; el objetivo del segundo problema es la minimización de la variación de las tasas de consumo de componentes de los productos.

Una clasificación más detallada puede encontrarse [3], donde se establecen un marco de problemas atendiendo a dos aspectos: el objeto al que está enfocada la regularización (productos o recursos) y el medio para definir la regularidad (propiedades, función objetivo, o combinación de ambas). En la tabla 1 se presenta una extensión a dicha clasificación.

| | Productos | Recursos | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Componentes | | Cargas RRHH | |
| | | 1-nivel | Multinivel | 1-nivel | Multinivel |
| **Propiedad** | CP | CO | CMO | CL | CML |
| **Función** | PRV | ORV | MORV | LRV | MLRV |
| **Mixta** | CPRV | CORV | CMORV | CLRV | CMLRV |

Tabla 1: Una clasificación de los problemas de secuencias regulares. Las letras constituyentes de los acrónimos se refieren a: (C) Constrained, (RV) Rate Variation, (P) Product, (O) Output, (L) Load y (M) Multilevel.

* El presente estudio se ha realizado en el marco del proyecto de investigación TAP98-0494 financiado por la CICYT.

## 2 El problema CORV.

Existen en la literatura menciones a problemas que corresponden a las categorías CO y CP, tales como [4] y [5], que pueden verse como casos particulares del problema CORV.

La formulación del problema CORV es la siguiente:

En una línea de producción o montaje deben secuenciarse unidades de $P$ productos diferentes, el número de unidades a secuenciar del producto $i$ es $u_i$ ($i$=1,2,...,$P$). El total de unidades a secuenciar es $T$. Es decir:

$$T = \sum_{i=1}^{P} u_i \tag{1}$$

Las posiciones de la secuencia se indican mediante el índice $t$ ($t$=1,2,...,$T$). Para entender la situación de las unidades en una secuencia definimos los valores $x_{i,t}$ ($i$=1,2,..,$P$; $t$=1,2,..,$T$) que corresponden al número de unidades del producto $i$ secuenciadas entre las posiciones 1 y $t$ (ambas inclusive). Por coherencia en la definición de valores, establecemos: $x_{i,0} = 0$ ($i$=1,2,...,$P$).

Los productos ($i$=1,..,$P$) presentan un consumo unitario de componentes ($j$=1,..,$C$), expresados por los términos $n_{ji}$. Definimos los valores $y_{j,t}$ ($j$=1,2,..,$C$; $t$=1,2,..,$T$) que corresponden al número de unidades del componente $j$ requeridas por las unidades de producto secuenciadas en las $t$ primeras posiciones, calculables mediante la expresión: $y_{j,t} = \Sigma_{1\leq i\leq P}\, n_{j,i} x_{i,t}$, que tiene su traducción matricial: $Y = N \cdot X$, donde $N$ es la Matriz de cantidades por tipo, determinada a partir de la matriz Gozinto.

Los componentes u opciones pueden estar sujetos a restricciones, de máxima carga ($a_j$) en tramos o subsecuencias de longitud establecida ($b_j$), como las representadas en (2).

$$y_{j,t+bj} - y_{j,t} \leq a_j, \text{ para } j=1,2,...,C;\ t = 0,1,...,T - b_j. \tag{2}$$

La tasa ideal o media de consumo del componente $j$ será:

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^{P} n_{ji} u_i}{T} \tag{3}$$

Se propone, además de la satisfacción de las restricciones de carga o tratamiento de opciones por tramos (2), que el consumo real de todo componente $j$ ($y_{jt}$) en cualquier etapa $t$ se ajuste lo mejor posible al consumo ideal $tr_j$. Como medida de la no-regularidad son admisibles varias formulaciones, entre ellas (4); el objetivo es, lógicamente, minimizar dicha medida.

$$SDQ = \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{C} \left( \sum_{i=1}^{P} n_{ji} x_{it} - tr_j \right)^2 \tag{4}$$

Dado un conjunto de valores ($P$; $u_i$, $n_{ji}$, $a_j$, $b_j$; $i$=1,2,...,$P$, $j$=1,2,...,$C$) queda definida una instancia del problema CORV, que puede carecer de solución (ninguna de las secuencias posibles satisface las condiciones de regularidad) o poseer una o varias soluciones.

En muchas circunstancias prácticas $n_{j,i}$ adopta únicamente los valores 0 o 1 (ausencia o presencia de una opción que puede estar ligado a más de un componente); este es el caso del problema presentado en [4], [5] y [6], entre otros, que es conocido en la literatura, cuando se prescinde de la minimización de (4), como el *Car Sequencing Problem*.

Es fácil demostrar que si $P=C$ y $n_{ji}=\delta_{ji}$ (delta de Kroneker), el problema PRV se puede ver como un caso particular del ORV, el problema CP como un caso particular del CO y el problema CPRV como un caso particular del CORV. Además, si se suprimen las restricciones (2) del problema CORV, resulta el problema ORV. En definitiva, la propuesta de métodos de resolución para problema CORV es útil para las resoluciones de los problemas ORV, CO, CPRV, PRV y CP.

## 3 Grafo asociado al problema CORV.

Para representar el problema CORV, podemos construir un grafo $G_0$ sin bucles ni circuitos de $T$+2 niveles. Un vértice (o estado) $V_t$ del nivel $t$ ($t$=1,..,$T$) queda caracterizado por:

- Un vector de valores de $P$ componentes $X(V_t) = (x_{1,Vt},...,x_{P,Vt})$, tal que: $\sum_{\forall i} x_{i,Vt}= t$ y $0 \leq x_{i,Vt} \leq u_i$.
- Una subsecuencia $S(V_t)=(s_{1,Vt},...,s_{l(t),Vt})$, de $l(t)$ unidades entre las presentes en $X(V_t)$, que representa las unidades o vehiculos añadidos en las últimas $l(t)$ etapas, siendo $l(t) = \min\{t, \max(b_j)\}$.

En el nivel 0 se tiene un único vértice $\alpha$ asociado a la producción $X(\alpha)$ = (0,...,0) y una subsecuencia vacía. El nivel $T$ se constituye con vértices representados por un único vector $X(V_T) = (u_1,...,u_P)$ y por todas las subsecuencias de $l(T)$ unidades que se pueden construir a partir de la producción $X(V_T)$. Finalmente, en el nivel $T$+1 se tiene un único vértice $\omega$. Entre los vértices $V_{t-1}[X(V_{t-1}),S(V_{t-1})]$ y $V_t[X(V_t),S(V_t)]$ de niveles $t$-1 y $t$ ($t$=1,..,$T$), respectivamente, existe un arco si:

- $X(V_{t-1})$ y $X(V_t)$ satisfacen la condición de monotonía: $0 \leq X(V_t)- X(V_{t-1}) \leq 1$.
- $S(V_{t-1})$ y $S(V_t)$ son subsecuencias compatibles: $s_{1,V_t} = s_{2,V_{t-1}},..., s_{l(t)-1,V_t} = s_{l(t),V_{t-1}}$

Del vértice $\alpha$ emergen $P$ arcos (uno por tipo de producto) y al vértice $\omega$ inciden tantos arcos como vértices presente el nivel $T$. El número de vértices de $G_0$ puede ser muy elevado (del orden de $1.5 \cdot 10^{13}$ para $P$=18 y $T$=100); no obstante, debido a que muchos estados son inalcanzables, el grafo $G_0$ admite una poda evidente que consiste en suprimir todos los vértices que tengan asociados unas subsecuencias que no satisfagan las restricciones (2) y, consecuentemente, todos los arcos emergentes e incidentes de dichos vértices.

Llamaremos $G_1$ al grafo resultante tras la poda indicada. A cada vértice $V_t$ (o a todos los arcos que inciden en él) de $G_1$ puede asociarse un índice de no-regularidad como el siguiente:

$$f(V_t) = \sum_{j=1}^{C}\left(\sum_{i=1}^{P} n_{ji}x_{it} - tr_j\right)^2 \tag{5}$$

En tales condiciones, si en $G_1$ no existe camino alguno entre los vértices $\alpha$ y $\omega$, el problema no tiene solución, salvo que se permita la violación de alguna restricción. Si, al contrario, entre los vértices $\alpha$ y $\omega$ existe algún camino, encontrar la secuencia que minimiza *SDQ* es equivalente a encontrar el camino mínimo desde el vértice $\alpha$ hasta el vértice $\omega$.

# 4 Resolución del problema CORV mediante BDP.

BDP (Bounded Dynamic Programming) es un procedimiento basado en la utilización de cotas del objetivo en un esquema de Programación Dinámica y con un tratamiento que tiene en cuenta la limitación en el número de vértices del grafo que se puede almacenar en cada etapa en base a la disponibilidad de memoria. Se dispone de una ventana de anchura $H$ sobre un grafo $G$ polietápico, de manera que, en el cálculo del camino extremo entre los vértices origen y final (es), se consideran, como máximo, $H$ vértices de cada nivel. La selección (o retención) de vértices, en cada nivel, se efectúa de tal modo que los retenidos sean, entre los que se evalúan en la etapa, aquéllos que presentan los valores más prometedores para alcanzar el camino de mejor valor. Muchos procedimientos ávidos encajan en este esquema. Además de la generalización que supone la BDP, la ventaja fundamental de su utilización reside en la acotación del valor de la función objetivo para proceder a la eliminación de vértices poco o nada prometedores. Además, al procedimiento se puede añadir mecanismos de descarte de vértices basados en la violación de un conjunto de restricciones asociadas al problema; en tal caso, puede adaptarse al método BDP la consideración de restricciones.

Supongamos que inicialmente se dispone de una solución obtenida mediante algún procedimiento, como los propuestos en [6]; se tiene, por tanto, una secuencia de productos y su índice de no-regularidad expresado por la *SDQ* correspondiente. Consideremos que se ha alcanzado el nivel $t$ en el grafo $G_1$ y que centramos nuestra atención en un vértice concreto, $V_t$, que han pasado las pruebas de descarte de candidatos [6]. A partir de $V_t$ se calcula una cota inferior de *SDQ* sumando al valor del índice propuesto en la expresión (9), una cota inferior del índice asociado al segmento de secuencia que falta por construir [7]. En tales condiciones, si el valor de la solución de partida es mejor que el de la cota para *SDQ*, podrá eliminarse el vértice considerado y prescindir de todos los cálculos que reportaría tenerlo en consideración en etapas posteriores, ya que es imposible hallar, a través de $V_t$, una secuencia mejor que la inicial.

El número de vértices que se retienen en cada etapa es a lo sumo igual al ancho de ventana $H$, y los vértices retenidos en cada etapa son los que presentan mejor valor de la cota, siendo expulsados (en caso de ser necesario) el resto de los vértices generados. En caso de que se produzca la expulsión de vértices, es conveniente guardar la mejor cota de los vértices expulsados, puesto que dicho valor constituirá una cota inferior de los caminos no explorados.

Obviamente, siempre es posible encontrar soluciones (si existen) no peores a la de partida. Si al finalizar el proceso no se ha empleado completamente el ancho de ventana disponible, podemos asegurar que la mejor solución hallada es óptima; también puede afirmarse que se ha encontrado una solución óptima si la cota de los caminos no explorados es peor que el valor de una de las soluciones halladas.

BDP también puede emplearse para obtener buenas y rápidas soluciones iniciales; para ello, basta con limitar la ventana a un valor pequeño (v.g. número de tipos de productos) y considerar un valor ficticio para la solución de referencia suficientemente grande. Brevemente, el procedimiento BDP (ver detalles en [6] y [7]) presenta las fases siguientes:

Fase 1: Hallar una solución inicial $S_0$.
Fase.2: Generación de vértices descendientes a partir de un vértice en tratamiento:

- Se genera un descendiente del vértice en tratamiento.
- Si no hay descendientes, se pasa a tratar otro vértice.

- Si no hay más vértices que tratar, se pasa al siguiente nivel.
- Si no hay más niveles, entonces Finalizar.

Fase 3: Test del cumplimiento de las restricciones de carga

- Si el segmento asociado al vértice generado viola alguna restricción o las unidades pendientes pueden violar alguna restricción, entonces Eliminar el vértice. Ir a Fase 2.
- Si no, entonces Continuar.

Fase 4: Evaluación de la cota de la solución en construcción

- Tomar el descendiente generado.
- Evaluar una cota de SDQ (segmento.construido + complemento)
- Si la cota es peor que $S_0$ , entonces Eliminar el vértice. Ir a Fase 2.
- Si no, entonces Continuar.

Fase 5: Actualización de la Lista de vértices por limitación de memoria

- Si hay memoria disponible, entonces Almacenar el vértice generado para considerarlo en la etapa siguiente. Ir a Fase.2
- Si no hay memoria disponible, Rechazar el peor vértice entre el generado y los almacenados; Actualizar la cota del mejor vértice rechazado. Ir a Fase 2.

## 5 Resolución del problema CORV mediante CLP.

La resolución de problemas combinatorios mediante CLP se basa en la enumeración de los valores que pueden tomar unas variables del modelo y afectar al dominio del resto de variables, con el propósito de reducirlo, actuando en consonancia con las restricciones existentes. El orden en que se activan las variables y el valor que adoptan es fundamental para que método sea eficiente.

Para abordar un problema mediante CLP distinguiremos las siguientes partes:

- Definición de variables y sus dominios.
- Establecimiento de las restricciones que relacionan a las variables entre sí.
- Estrategia de búsqueda de soluciones según criterio.

En el presente trabajo, se define las variables de decisión $s_t$, ($1 \leq t \leq P$), que simbolizan el tipo de producto que se secuencia en la posición $t$, y se emplea tres estrategias de búsqueda:

- Se seleccionan las variables en orden temporal (asignación del tipo de producto por instantes de secuenciación) y fijan los valores de sus dominios ($i$: tipo de producto) en orden no creciente según $u_i$ (programa de producción).
- Se seleccionan las variables en orden temporal y fijan los valores de sus dominios en orden no creciente del número de opciones ($\Sigma n_{ji}$); en caso de empate, en orden creciente del índice:

$$C_i = \sum_{j=1}^{C} n_{ji} \left( \left\lceil \frac{a_j}{b_j} T \right\rceil - \sum_{k=1}^{P} n_{jk} u_k \right) \tag{6}$$

- Se seleccionan las variables en orden temporal y fijan los valores de sus dominios en orden no decreciente del índice dinámico:

$$C_{it}' = \sum_{j=1}^{C} \left| \sum_{k=1}^{P} n_{jk} x_{k,t-1} + n_{ji} - t \frac{\sum_{k=1}^{P} n_{jk} u_k}{T} \right| \tag{7}$$

## 6 Experiencia computacional

Para comparar los resultados obtenidos con los distintos procedimientos propuestos, se han resuelto 100 ejemplares del problema: 79 ejemplares con un número de unidades comprendido entre 96 y 110 y el resto de 200 unidades. Los ejemplares del #1 al #12 proceden de la literatura, y el resto se han generado especialmente. El número de opciones está comprendido entre 3 y 8. Una primera experiencia puede encontrarse en [8].

Los anchos de ventana que se han tomado para la BDP están comprendidos entre 100 y 1000, sin considerar una solución de partida para este procedimiento. El tiempo de ejecución del procedimiento nunca ha rebasado el límite de una hora para cualquier ancho de ventana utilizado. Por su parte, los modelos de propagación de restricciones se han programado utilizando los paquetes Ilog-solver y Chip. El tiempo de ejecución se ha limitado a una hora en caso del paquete Ilog-solver y a ocho horas en el caso de Chip. La experiencia computacional se ha realizado en un PC bajo Windows de 700 MHz. para el paquete OPL y la implementación de la BDP, mientras que la experimentación con Chip ha utilizado un ordenador Sun con 512 Mb de RAM y cuatro procesadores UltraSparc 250MHz, utilizando un único procesador,

BDP ha hallado una solución factible para 86 ejemplares, mientras que CLP lo hizo para 78 de ellos. Si se considera la función de minimización, el resultado obtenido por programación dinámica acotada ha encontrado siempre mejor solución, aunque incluso en el problema de factibilidad la BDP obtiene mejores resultados ya que el procedimiento utiliza un información adicional de regularidad de toda la secuencia para guiarse en la búsqueda de una solución factible. El resumen de estos resultados se halla en el Anexo I.

| **Procedimiento** | CLP (OPL) | CLP (CHIP) | CLP (ambos) | BDP (100) | BDP (200) | BDP (300-1000) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nro Ejemplares** | 78 | 78 | 86 | 86 | 86 | 86 |

Tabla 2: Número de ejemplares resueltos por cada procedimiento, entre paréntesis el paquete utilizado en caso de propagación de restricciones o el ancho de ventana en caso de la BDP.

La tabla 2 muestra el número de ejemplares resueltos por cada uno de los procedimientos.

## 7 Conclusiones.

En este trabajo se presenta un tipo de problema de secuenciación en líneas de montaje de productos mixtos en el que los consumos o las aplicaciones de los recursos necesarios para elaborar los productos finales se hallan sometidos a una serie de restricciones. Cada restricción señala la máxima carga de una opción en cualquier tramo o segmento de una longitud dada. Esta forma de ver el problema es más afín a la visión de los responsables de la secuenciación en industrias del sector automovilístico que asimilan la problemática a la que están enfrentados más cercana a un problema CPRV o CORV (incluso CO) que a un problema PRV o ORV.

Las restricciones consideradas responden a limitaciones de distinta naturaleza: de tipo físico (que sea imposible, por motivos de espacio, albergar en un tramo de la línea más de un número de unidades idénticas), de tipo operativo (que sea imposible realizar ciertas tareas a una frecuencia superior a la que permite el sistema productivo), etc.; no obstante, pueden ser útiles, también, para que las secuencias presenten una serie de propiedades deseables en contexto JIT tales como la regularidad del consumo de recursos o la de la salida de las variantes de un producto.

El empleo conjunto de una función objetivo y de las restricciones de carga permite una caracterización mixta de la regularidad (cuantitativa y cualitativa), y representa un tipo de problema (CORV) que combina el problema de equilibrar el consumo de recursos respecto a un ideal establecido con el de compatibilizar las cargas.

Para resolver el problema CORV, se han propuesto algoritmos bajo el marco de la Programación Dinámica Acotada (BDP). Se han aplicado estos procedimientos y otro basado en la Propagación de Restricciones (CLP) a una base experimental compuesta por 100 ejemplares del problema.

Se ha utilizado un criterio basado en la distancia cuadrática entre los puntos real e ideal de producción (*SDQ*); no obstante, todos los procedimientos son adaptables a otros tipos de criterio, como los basados en la distancia euclídea *SDE* y en la distancia rectangular *SDR*, entre otros.

En todos los casos resueltos, BDP ofrece mejores resultados que CLP, aunque en el 50% de los ejemplares la diferencia es inferior al 25%.

**Referencias**


[1] Monden, Y. (1983): *Toyota production system*, Institute of Industrial Engineers Press, Norcross, GA.

[2] Kubiak, W. (1993): “Minimization of production rates in just-in-time systems: A survey”, *Eur. J. Opl. Res. 66*, 159-271.

[3] Bautista, J., R. Companys, y A. Corominas (1996a): “Una visión sobre secuencias regulares”, *Boletín SEIO 12* (6), 2-3.

[4] Dincbas, M., H. Simonis, y P. Van Hentenryck (1988): “Solving the car sequencing problem in constraint logic programming”, *European Conference on Artificial Intelligence, ECAI-88*, Munich.

[5] Little, J. (1993): “A searching technique!”, *OR Insight 6* (4) 24-31.

[6] Bautista, J. (1993): *Procedimientos heurísticos y exactos para la secuenciación en sistemas productivos de unidades homogéneas (contexto JIT)*, Tesis Doctoral, DOE, ETSEIB-UPC.

[7] Bautista, J., R. Companys, y A. Corominas (1996b): “Heuristic and exact algorithms for solving the Monden problem”, *Eur. J. Opl. Res.* 88, 101-113.

[8] Bautista, J., R. Companys, A. Vila, J. Pereira y M. Mateo (2001): “Aplicación de la CLP al problema de secuencias regulares con restricciones en una cadena de montaje de automóviles”, *Actas Congreso sobre Técnicas de Ayuda a la Decisión en la Defensa*, Madrid 12 al 15 diciembre 2000, pp. 289-309. Edita Secretaría General Técnica Ministerio de Defensa, ISBN:84-7823-831-X, Madrid, abril 2001.

**Anexo I**: Mejores valores *SDQ*.

| Núm.ejemplar | Mejor Solución BDP | Mejor Solución CLP |
|---|---|---|
| #1 | 44,9 | 53,97 |
| #2 | 51,6 | 17773,24 |
| #3 | * | - |
| #4 | * | - |
| #5 | * | - |
| #6 | * | - |
| #7 | 59,82 | - |
| #8 | * | - |
| #9 | 49,56 | 2039,27 |
| #10 | * | - |
| #11 | - | - |
| #12 | 44,2 | - |
| #13 | 94,0 | - |
| #14 | 28,1 | 31,13 |
| #15 | - | - |
| #16 | 39,27 | - |
| #17 | 53,3 | 63,31 |
| #18 | - | - |
| #19 | 55,28 | 1849,25 |
| #20 | 87,11 | 178,53 |
| #21 | 79,16 | 126,45 |
| #22 | 38,41 | 46,01 |
| #23 | 38,78 | 46,91 |
| #24 | 38,1 | 153,12 |
| #25 | 35,39 | 42,68 |
| #26 | 57,62 | 73,44 |
| #27 | 49,99 | 60,86 |
| #28 | 56,25 | 62,25 |
| #29 | 107,0 | 274,85 |
| #30 | 103,6 | 14107,42 |
| #31 | 159,01 | 278,33 |
| #32 | 78,1 | 92,0 |
| #33 | 78,17 | 85,41 |
| #34 | 77,206 | 859,62 |
| #35 | 70,91 | 89,77 |
| #36 | 117,36 | 150,70 |
| #37 | 99,87 | 120,43 |
| #38 | 59,13 | 83,25 |
| #39 | 50,2 | 61,45 |
| #40 | 47,77 | 66,99 |
| #41 | 48,71 | 57,96 |
| #42 | 51,75 | 58,30 |
| #43 | 52,71 | 68,06 |
| #44 | 73,02 | - |
| #45 | 66,57 | 3572,45 |
| #46 | 81,26 | 128,43 |
| #47 | 69,71 | 128,19 |
| #48 | 70,66 | 109,14 |
| #49 | 66,71 | 86,72 |
| #50 | 55,3 | 87,01 |
| #51 | 59,18 | 99,22 |
| #52 | 54,83 | 78,05 |
| #53 | 55,33 | 65,17 |
| #54 | - | - |
| #55 | 53,71 | 62,87 |
| #56 | 120,27 | 178,17 |
| #57 | 100,63 | 117,79 |
| #58 | 95,82 | 148,18 |
| #59 | 103,65 | 117,09 |
| #60 | 105,51 | 134,61 |
| #61 | 136,32 | 59489,73 |
| #62 | 163,51 | 248,27 |
| #63 | 140,42 | 338,78 |
| #64 | 147,66 | 313,36 |
| #65 | 124,95 | 304,65 |
| #66 | 106,64 | 30963,04 |
| #67 | 38,86 | 41,83 |
| #68 | 38,57 | 124,85 |
| #69 | 35,85 | 50,81 |
| #70 | 39,01 | 46,97 |
| #71 | 35,51 | 40,79 |
| #72 | 38,3 | 41,95 |
| #73 | 77,20 | 96,85 |
| #74 | 68,35 | 97,43 |
| #75 | 70,52 | 102,94 |
| #76 | 48,82 | 54,70 |
| #77 | 47,12 | 50,76 |
| #78 | 48,87 | 52,63 |
| #79 | 44,59 | 48,69 |
| #80 | 51,88 | - |
| #81 | 44,98 | 48,54 |
| #82 | 47,79 | 55,07 |
| #83 | 56,408 | 143,49 |
| #84 | 43,16 | - |
| #85 | 75,04 | 66,56 |
| #86 | 38,55 | 42,10 |
| #87 | 58,09 | 83,15 |
| #88 | 63,78 | 90,26 |
| #89 | 55,36 | 62,32 |
| #90 | 51,88 | - |
| #91 | 43,16 | - |
| #92 | | |