



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

ESTUDIO DE EXACTITUD Y PRECISION DE MEDIDORES DE PRESION ARTERIAL NO INVASIVOS DE USO COMUN Y DOMESTICO, UTILIZANDO UN SIMULADOR DE PACIENTE COMO REFERENCIA

ALONSO FERNANDO ALFARO MAUREL

Trabajo para optar al Título de
Ingeniero Civil Biomédico

Profesor Guía:

PABLO RONCAGLIOLO BENITEZ

AGOSTO - 2022


Valparaíso - Chile



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Biomédica

Fecha versión final para depósito en Biblioteca UV: 2/ 12/2022

Nombre Prof. Guía: Pablo Roncagliolo

V°B° Prof. Guía: 

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todo operador de dispositivos médicos, sean pacientes o usuarios de centros prestadores de servicios a la salud, que a menudo usan la medición de presión arterial como indicador de salud para diagnóstico o tratamiento de síntomas y enfermedades.

Agradecimientos

Agradezco a los profesores que me entregaron conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria y sobre todo a mis padres y amigos cercanos que me apoyaron en todo momento.

Resumen

Resumen: Los Medidores de Presión Arterial No Invasivos (MPANI) tradicionales, en base a una columna de mercurio, están siendo reemplazados progresivamente por sus homólogos electrónicamente automatizados en centros prestadores de servicios a la salud y en hogares de pacientes que constantemente hacen uso de estos dispositivos, sin embargo, cae en duda su eficacia en contraste al Gold Standard (MPANI tradicionales), por ello en este trabajo se realizó un estudio con el fin de caracterizar la eficacia de estos dispositivos, en términos de exactitud y precisión, y compararlos en base a estándares internacionales de validación. En este estudio se evaluó el rendimiento en las funciones clínicas de un modelo de MPANI electrónicamente automatizado y se comparó con el de un módulo de esfigmomanometría de un monitor multiparamétrico, haciendo uso de un dispositivo analizador/simulador de paciente para obtener comparaciones y posteriormente analizar estadísticamente la data recolectada.

Palabras Clave: Esfigmomanómetro, Rendimiento, Exactitud, Precisión y Validación.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	MARCO TEÓRICO	8
3.	METODOS Y MATERIALES	10
4.	RESULTADOS	14
5.	DISCUSIÓN	21
6.	CONCLUSION	22
7.	BIBLIOGRAFIA	23
8.	ANEXOS	24

ESTUDIO DE EXACTITUD Y PRECISION DE MEDIDORES DE PRESION ARTERIAL NO INVASIVOS DE USO COMUN Y DOMESTICO, UTILIZANDO UN SIMULADOR DE PACIENTE COMO REFERENCIA

Alonso Fernando Alfaro Maurel

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: Esfigmomanómetro, Rendimiento, Exactitud, Precisión y Validación.

1. INTRODUCCIÓN

En Chile, existe un gran porcentaje de la población que sufre de patologías asociadas directamente a la presión arterial como la hipertensión, específicamente un 9% de la población ha sido atendido bajo las condiciones del sistema AUGE-GES por hipertensión, según la encuesta CASEN más reciente [1], lo cual, sumado a otras patologías relacionadas, generan una alta demanda de medición de este parámetro en pacientes, ya sea por personal clínico o incluso por los propios pacientes en caso de uso en el hogar (Home-care).

Para la medición de la presión arterial (sistólica, diastólica y promedio) normalmente se hace uso de un Dispositivo Médico (DM) llamado Esfigmomanómetro (Medidor de Presión Arterial No Invasiva, MPANI o con sus siglas en inglés NIBPM) [2]. En particular los esfigmomanómetros electrónicos permiten realizar mediciones de la presión arterial de manera no invasiva y automatizada, y son cada vez más usados por la población y las instituciones prestadoras de servicios de salud.

Aun así, siendo el uso de este tipo de equipos tan común en Chile, existe poca legislación respecto a los requerimientos funcionales y el registro sanitario que debe reunir para permitir su distribución en el mercado nacional. En la actualidad solamente existe regulación obligatoria para algunos dispositivos médicos: guantes quirúrgicos, jeringas, agujas, preservativos y más recientemente desfibriladores cardioversores (Ley 21.156/2019), pero no los hay para esfigmomanómetros electrónico por lo que la población adquiere libremente estos dispositivos muchas veces sin conocer los niveles de precisión y exactitud que poseen estos dispositivos, lo que finalmente provoca que los profesionales (y pacientes) tomen decisiones respecto de su estado de salud, en base a una medición de su presión arterial que podría no ser exacta o precisa.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo principal realizar un estudio para contrastar el funcionamiento de esfigmomanómetros automáticos digitales disponibles en el mercado respecto del

funcionamiento del módulo de esfigmomanometría incluido en un monitor multiparamétrico de uso clínico, utilizando como referencia un simulador/analizador electrónico de señales de paciente (estudio In Vitro) con el fin de comprobar si, en cuanto a exactitud y precisión, los equipos automáticos de uso común son menos o igualmente efectivos que equipos avanzados de uso clínico (Hipótesis, objetivo principal), para ello en primer lugar se dispuso realizar una búsqueda sistemática de información para (objetivo específico 1) recolectar criterios o procedimientos que nos permitan evaluar el rendimiento en funciones clínicas (exactitud y precisión) y luego, en base a ello, diseñar un estudio adoptando y adaptando procedimientos incorporando el uso de un simulador de paciente (objetivo específico 2).

2. MARCO TEÓRICO

El esfigmomanómetro tradicional consiste en un brazalete inflable que se coloca alrededor del brazo del paciente, el cual se infla con una bomba manual de “pera” que también contiene una válvula de flujo de salida regulada manualmente. Adicionalmente se utiliza un fonendoscopio en la interfaz entre el brazo de paciente y el brazalete para que un médico o personal clínico pueda escuchar los denominados ‘Ruidos de Korotkov’ y así determinar las presiones Sistólicas y Diastólicas de un paciente (método de auscultatorio tradicional). El brazalete está conectado a un circuito de presión neumática, el cual muestra la presión interna mediante una columna de mercurio. Este esfigmomanómetro es considerado un *Gold Standard* en este tipo de mediciones.

Últimamente se ha desestimado su uso debido al riesgo que conlleva trabajar con mercurio, lo cual ha sido advertido por la OMS a través de la guía técnica “Reemplazo de Termómetros y Tensiómetros de Mercurio en la Atención de Salud” [3]. Como alternativa han surgido distintos tipos de esfigmomanómetros [2], hay esfigmomanómetros que reemplazan la columna de mercurio por un *display* anerode de aguja con una escala semicircular, otros emplean un *display* digital para mostrar la lectura mientras que la bomba y válvula siguen siendo manuales.

El foco de este trabajo está dirigido a los dispositivos más recientes, cuyo *display* y conjunto de bomba/válvula son controlados por completo de manera electrónica. Para estimar la presión arterial de un paciente, estos MPANI automatizados hacen uso de transductores que convierten la presión en señales eléctricas, las cuales pueden representar la amplitud de sonido producido por los ruidos de Korotkov y mediante un microprocesador ejecutan un algoritmo que analiza el espectro de sonido capturado y estiman las presiones arteriales sistólicas, diastólicas y media con el llamado método oscilométrico [4].

La principal diferencia entre el método auscultatorio de dispositivos tradicionales y el método oscilométrico radica en cómo se detectan los ruidos de Korotkov y como se analiza la variación de amplitud de estos posteriormente. En el MPANI tradicional es un operador quien tiene que controlar manualmente la presión neumática del circuito mientras escucha con un fonendoscopio, inflando el brazalete con la bomba de “pera” hasta no escuchar las palpitations del paciente y luego desinflando poco a poco con la válvula de flujo manual, detectando cuando se escuchan nuevamente los ruidos de Korotkov (Fase 1 de Korotkov, asociado a presión sistólica), y posteriormente cuando los sonidos dejan de descender en amplitud, hasta desaparecer (Fase 5 de Korotkov, asociado a presión diastólica).

Los MPANI automatizados hacen todo este procedimiento de manera autónoma mediante componentes electrónicos (bomba de presión, válvulas electrónicas y transductores de presión/sonido), y posteriormente analizan el espectro sonoro capturado mediante algoritmos.

A continuación, en la Fig.1 se ilustrar este proceso.

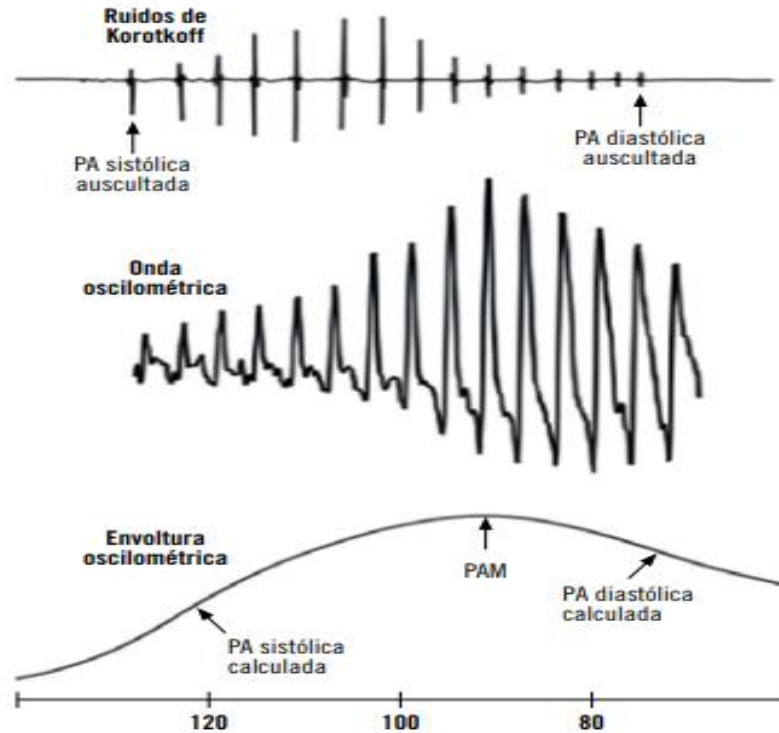


Fig. 1: Caracterización de ruidos de Korotkoff para la medición de PA, el espectro ilustrado en el lado superior representa las palpitaciones o ruidos de Korotkoff detectados por el operador usando el método auscultatorio, el espectro en el medio es la representación de la onda oscilométrica que es detectada por un transductor en un MPANI automático y la onda situada debajo es la envolvente que caracteriza la variación de amplitud de los ruidos detectados junto con los puntos de interés que comúnmente consideran los algoritmos para calcular las presiones arteriales. [4].

En este estudio se pretende comparar el rendimiento de dos tipos de equipos y para ello se usarán 2 criterios esenciales: exactitud y precisión. La exactitud en este contexto se entiende como la cercanía entre el valor obtenido por el dispositivo y la referencia; mientras que, la precisión, representa la consistencia del equipo, es decir, la similitud de los valores obtenidos por el dispositivo frente a una misma referencia en distintas instancias (reproducibilidad). Tipificar y cuantificar estos atributos nos permitirá contar con criterios objetivos y empíricos para comparar el rendimiento de los distintos equipos, cabe destacar que el error será en cierta manera inversamente proporcional a la exactitud y la precisión es directamente proporcional a la reproducibilidad de resultados, pero es interpretada a partir de un análisis estadístico involucrando la desviación estándar como se verá más adelante.

3. METODOS Y MATERIALES

3.1 BUSQUEDA SISTEMATICA DE INFORMACIÓN

En primer lugar, se realizó una búsqueda sistemática de información en la plataforma Google y en Google Scholar, con las palabras clave “Esfigmomanómetro, estándar, funcionamiento, exactitud y precisión” bajo el formato “Estándares de funcionamiento de esfigmomanómetros”. Se priorizaron los resultados más fieles a la búsqueda, se buscó artículos científicos en los que se haga énfasis a la evaluación del desempeño de estos dispositivos, ojalá en términos de exactitud y precisión, además también se incluyeron documentos técnicos con contenido acerca el funcionamiento técnico de este tipo de dispositivos y sus principios fisiológicos.

De los resultados de la búsqueda se encontraron 2 artículos de estudios comparativos entre MPANI v/s Gold standard, 2 artículos de estudios de validación de un modelo de MPANI con comparación v/s Gold standard, 2 revisiones bibliográficas con análisis comparativo entre MPANI v/s Gold standard, 1 boletín informativo de la SChH, 1 documento técnico del MINSAL y 2 documentos técnicos de la OPS.

Como se observó en los resultados mencionados, los estudios de precisión y exactitud de estos dispositivos son un paso previo a un proceso llamado validación, es por esto que se realizó también una segunda búsqueda en Google Scholar con el formato “estándares de validación de exactitud de esfigmomanómetros”, siguiendo las mismas directrices de la búsqueda anterior.

Esta segunda búsqueda entregó como resultados 5 artículos de revisión bibliográfica que exponen y discuten los métodos de validación de MPANI actuales y 2 artículos de estudios de comparación y/o validación de MPANI automáticos.

Al igual que en los distintos artículos encontrados [5] [6] en este trabajo se busca realizar un estudio de comparación (en precisión y exactitud) de dos modelos, el esfigmomanómetro automático marca Bokang y monitor multiparamétrico modelo General Meditech.

Otros trabajos que abordan objetivos similares hablan del proceso de “validación” en sus estudios [7] [8], entendiéndose un MPANI validado aquel que se ha “verificado que las lecturas tensionales que obtienen son correctas en distintos tipos de pacientes y diversos niveles de control tensional” [8], es decir, que ha sido sometido a un análisis metodológico aprobado científicamente que permita comprobar que el funcionamiento es seguro y apto para la práctica clínica.

La *Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI)* y la *British and Irish Hypertension Society (BIHS)* fueron las pioneras en regularizar protocolos de validación en los años 1987 y 1990, mientras otras sociedades científicas aplicaban distintos protocolos. Por ello, para unificar criterios, en 2001, la Sociedad Europea de Hipertensión elaboró un protocolo internacional de validación para adultos, de menor complejidad y que requiere un menor número de pacientes [9].

Los protocolos, en caso de la AAMI y la BIHS, recomiendan un tamaño de muestra de 85 sujetos y el protocolo de la ESH con el fin de facilitar el proceso de validación modifica este requisito, disminuyendo el número de participantes necesarios para el estudio a 33 sujetos.

En cuanto a criterios, para el protocolo de la AAMI, se deben satisfacer 2 requerimientos: las diferencias medias entre el patrón y el dispositivo que se evalúa deben ser menor a ± 5 mmHg y la desviación estándar debe ser menor a ± 8 mmHg, siendo este el más simple de los 3 protocolos mencionados. Es necesario un análisis estadístico de las muestras más exhaustivo para el protocolo de la BIHS y cuenta con una

clasificación estratificada, según el porcentaje de muestras que tengan un error < 5 [mmHg], < 10 [mmHg] y < 15 [mmHg]. La ESH considera los mismos 3 criterios y valida a un equipo según el número de comparaciones que cumplen con ellos en un total de 99 comparaciones.

3.2 MATERIALES

En este trabajo se contempló un estudio comparativo de los esfigmomanómetros automáticos modelo BK 6022 de Bokang (4 unidades) y el módulo de esfigmomanometría de un monitor multiparamétrico modelo G3H de General Meditech (2 unidades), utilizando como referencia el dispositivo analizador y simulador de pacientes CuffLink de Fluke, reconocido fabricante de dispositivos de calibración [10].

El dispositivo analizador CuffLink permite ingresar variaciones de presión en el circuito neumático del esfigmomanómetro, simulando las variaciones de presión que se producen en el brazalete debido a la circulación sanguínea, generando 7 patrones de simulación de “pacientes”, caracterizados en la siguiente tabla.

TABLA I

TIPOS DE PACIENTE SIMULADO GENERADO POR CUFFLINK

<i>Paciente</i>	Sys.	Dias.
<i>A</i>	60	30
<i>B</i>	80	50
<i>C</i>	100	65
<i>D</i>	120	80
<i>E</i>	150	100
<i>F</i>	200	150
<i>G</i>	255	195

Lista de Arquetipos de pacientes simulados por el analizador CuffLink, referidos como letras desde “A” hasta “G”, cada paciente (filas) tiene asociado una presión Sistólica y Diastólica (columnas), como conjuntos predeterminados de configuración en la simulación.



Fig. 2: Dispositivo Bokang conectado al analizador CuffLink FLUKE.

En la fig.2, a la izquierda, se observa el equipo automático Bokang conectado mediante mangueras y acoples al equipo analizador CuffLink.

El equipo automático muestra en su pantalla la presión sistólica, diastólica y la frecuencia cardiaca, en orden descendente. El equipo analizador muestra en su pantalla la presión en el circuito neumático a lo largo del proceso de estimación de PA.

Así mismo, en la fig.3, a la izquierda se observa el monitor multiparamétrico Meditech, conectado con mangueras y acoples al equipo analizador CuffLink. El monitor entrega la frecuencia cardiaca (número en verde, superior derecho de la pantalla) y la medición de la presión arterial sistólica, diastólica y promedio (números en azul, inferior derecho de la pantalla).



Fig. 3: Dispositivo Meditech conectado al analizador CuffLink Fluke

3.3 METODOLOGIA

Se propuso realizar un estudio “in vitro” con la siguiente metodología: realizar 10 muestras (presión arterial medida en mmHg) por cada arquetipo de paciente (7) y en cada dispositivo (4 de Bookang y 2 Monitores G3H). También se debe considerar que en cada configuración paciente-equipo se obtiene la presión diastólica y sistólica, por lo que teóricamente se obtienen 840 comparaciones, las que se analizan estadísticamente para representar la exactitud y la precisión de cada equipo analizado.

La exactitud nos indica que tan cerca estuvo la estimación con respecto a una referencia, por otro lado, la diferencia neta entre el valor de referencia esperado (predefinido por el simulador) y el resultado obtenido por la estimación del dispositivo puesto a prueba (en valor absoluto, de ahora en adelante “error”) nos indica que tan lejos estuvo la estimación con respecto a la referencia. Estos dos conceptos están directamente relacionados porque son inversamente proporcionales, por ello se hizo un análisis de los distintos errores y sus promedios para representar (recíprocamente) la exactitud.

Por otra parte, la precisión nos indica que tan consistente es el equipo en entregar la misma estimación bajo la misma referencia, sea o no sea cercana a la referencia. Dado que se consideraron 10 muestras para cada arquetipo de paciente, existen 10 instancias de medición distintas con la misma referencia. La variabilidad de estas mediciones se puede representar fácilmente mediante la desviación estándar en conjuntos de 10 muestras, por lo que sus distintos valores por cada referencia y sus promedios se utilizaron para representar (recíprocamente) la precisión.

4. RESULTADOS

Se generó una tabla de registro con todas las mediciones, tabuladas de acuerdo al modelo de Equipo, Tipo de Presión y el “Paciente” (arquetipo de simulación), atributos que definen la referencia en cada comparación. La referencia depende del tipo de presión y el arquetipo de paciente en cada instancia

A los 4 equipos Bookang se les etiqueta como B1 hasta B4, mientras que los 2 monitores se identifican como M1 y M2

Los equipos de marca Bokang no lograron registrar presiones demasiado bajas, mostrando en el display un mensaje de error al tratar de estimar las presiones del paciente A.

TABLA II
TABLA DE REGISTRO

<i>Equipo</i>	Paciente	Tipo Presión	Referencia	Lectura	Error
<i>B1</i>	A	Sis	60		
<i>B1</i>	B	Sis	80	79	-1
<i>B2</i>	A	Sis	60		
<i>B2</i>	B	Sis	80	78	-2
<i>B3</i>	A	Sis	60		
<i>B3</i>	B	Sis	80	80	0
<i>B4</i>	A	Sis	60		
<i>B4</i>	B	Sis	80	78	-2
<i>M1</i>	A	Sis	60	61	1
<i>M1</i>	B	Sis	80	80	0
<i>M2</i>	A	Sis	60	61	1
<i>M2</i>	B	Sis	80	78	-2

TABLA 2: Subconjunto de la base de datos de comparaciones, se muestra solo algunas comparaciones de cada conjunto de 10 muestras, con su respectiva lectura y error.

Se utilizó el software Tableau Public para poder cargar esta base de datos construida a partir de las estimaciones y posteriormente analizar la data haciendo uso de sus herramientas, de esta manera se puede representar gráficamente en un eje cartesiano todos los Errores, donde el eje X corresponde a la presión arterial de referencia y el eje Y a el valor del error, centrado en 0, y se obtuvo también una línea de tendencia del error (regresión lineal) a partir de las herramientas del programa. Este análisis se realizó para dispositivos Bokang como se observa en fig.4 y para los monitores Meditech como se observa en fig.5.

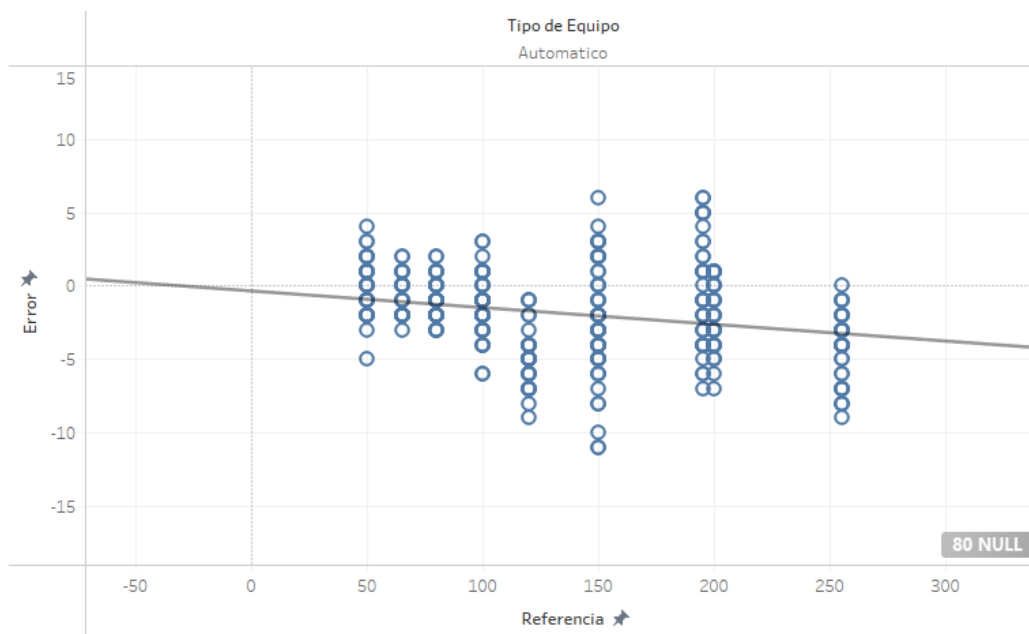


Fig 4. Gráfico con los errores de cada muestra, para los equipos Automáticos. La función de tendencia se define como $Error = -0,0113667 * Referencia + -0,362442$, $p < 0,0001$. En la esquina inferior derecha se advierte la inexistencia de 80 valores, correspondientes a las 20 comparaciones (10 diastólica, 10 sistólica) de los 4 equipos Bokang en el paciente A.

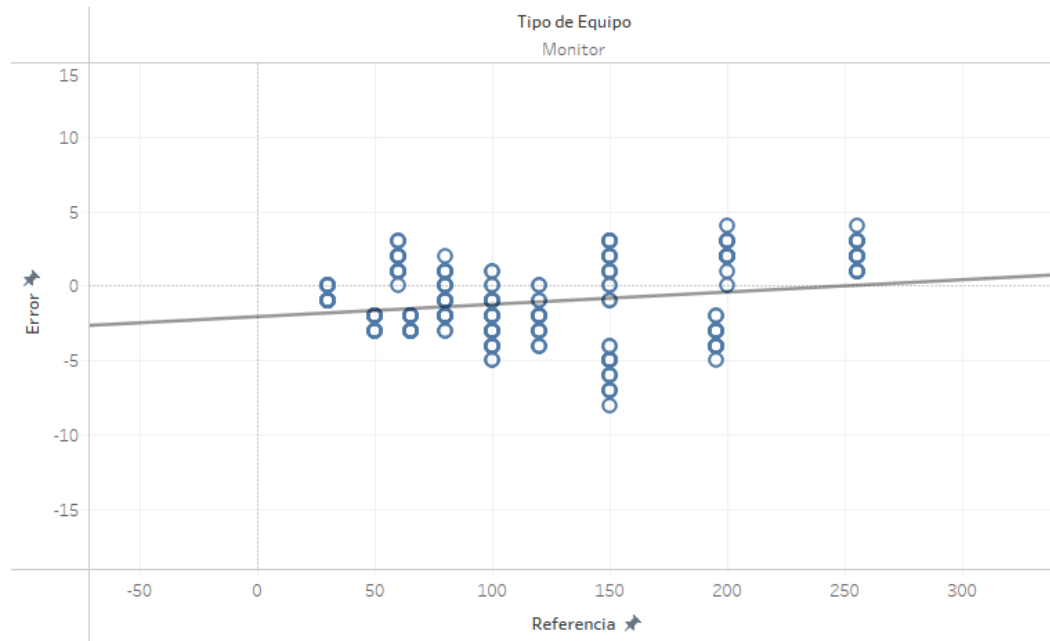


Fig. 5. Gráfico con los errores de cada muestra, para los equipos monitores Meditech. La función de tendencia se define como $Error=0,00825229*Referencia+-2,07443$, $p = 0,0004495$.

Por otro lado, con el fin de caracterizar la precisión de los equipos, se representaron los datos en un diagrama de cajas y bigotes (Fig. 6), y a la misma vez distinguir entre los tipos de presión diastólica y sistólica, además se representan las distintas unidades de equipos comparados entre sí para estudiar la variabilidad del comportamiento del error inter-equipos (variación del error entre los dos modelos de equipos) e intra-equipos (variación del error en un mismo modelo de equipo) a la vez, logrando caracterizar aún más la diferencia en la estimación de la presión arterial por parte de los equipos.

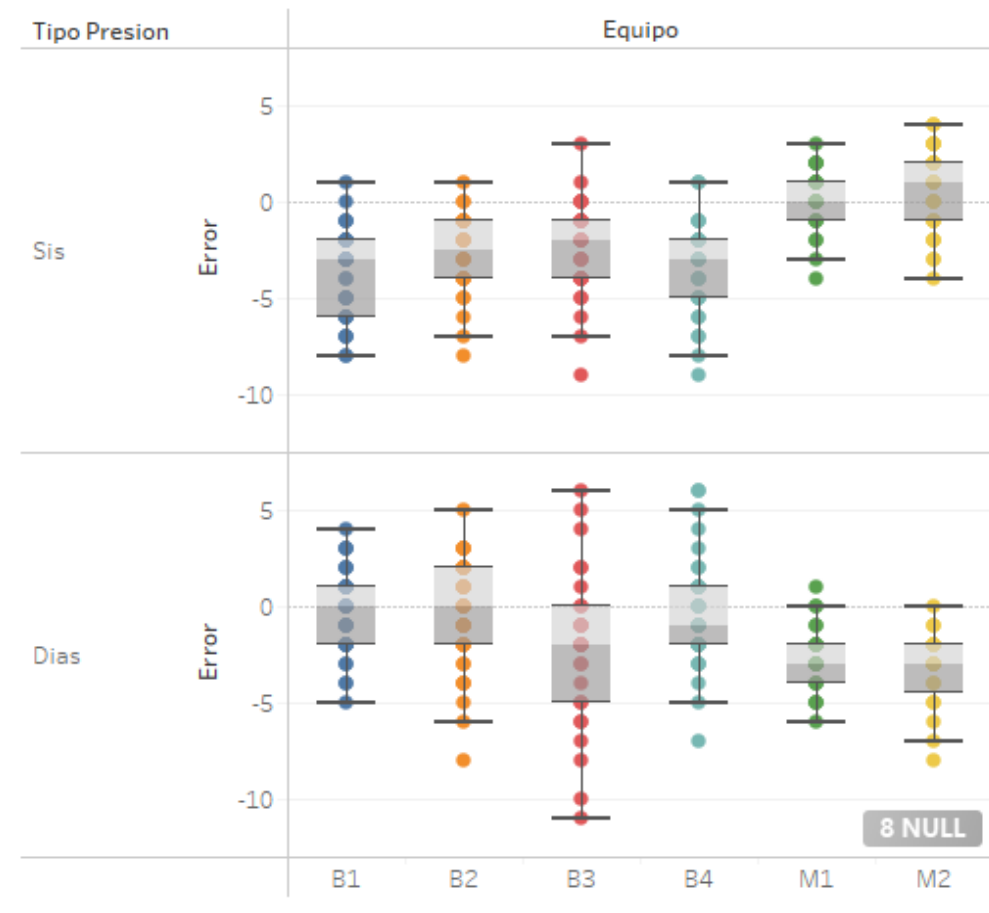


Fig. 6. Diagrama de caja y bigote de los errores en la estimación de la presión arterial Sistólica y Diastólica, para cada equipo, 4 equipos automáticos, representados de B1 hasta B4 y 2 monitores representados como M1 y M2. En la esquina inferior derecha se advierte la inexistencia de 8 valores, correspondientes a los 4 equipos Bokang que no pudieron estimar las presiones arteriales (Sistólica y Diastólica).

Tal como se indicó previamente, se buscó saber qué equipo es más exacto y más preciso, pero se debe considerar que el error promedio y desviación estándar promedio tienen una relación de proporcionalidad inversa a la precisión y exactitud, es decir al representarlos en un gráfico cartesiano, los equipos más precisos y exactos quedarían cerca del origen.

Para evitar esta dificultad se realizó una normalización simple de los datos, tomando el valor más alto de los errores promedio obtenidos, para restarle cada error promedio y dividirlo por el valor máximo, esto provoca que en un plano cartesiano el error más alto se ubica cerca del origen y los promedios que representan mayor exactitud quedan más alejados en el eje positivo del plano, expresándose en fracciones de unidad. De igual manera, la desviación estándar se normalizó para obtener el efecto deseado, dando lugar a las figuras 7, 8 y 9 que se detallan a continuación.

Se grafican entonces los distintos promedios y desviaciones estándar normalizados diferenciados por cada equipo (asociado a un paciente y un tipo de presión) diferenciando con color a los dos tipos de equipo.

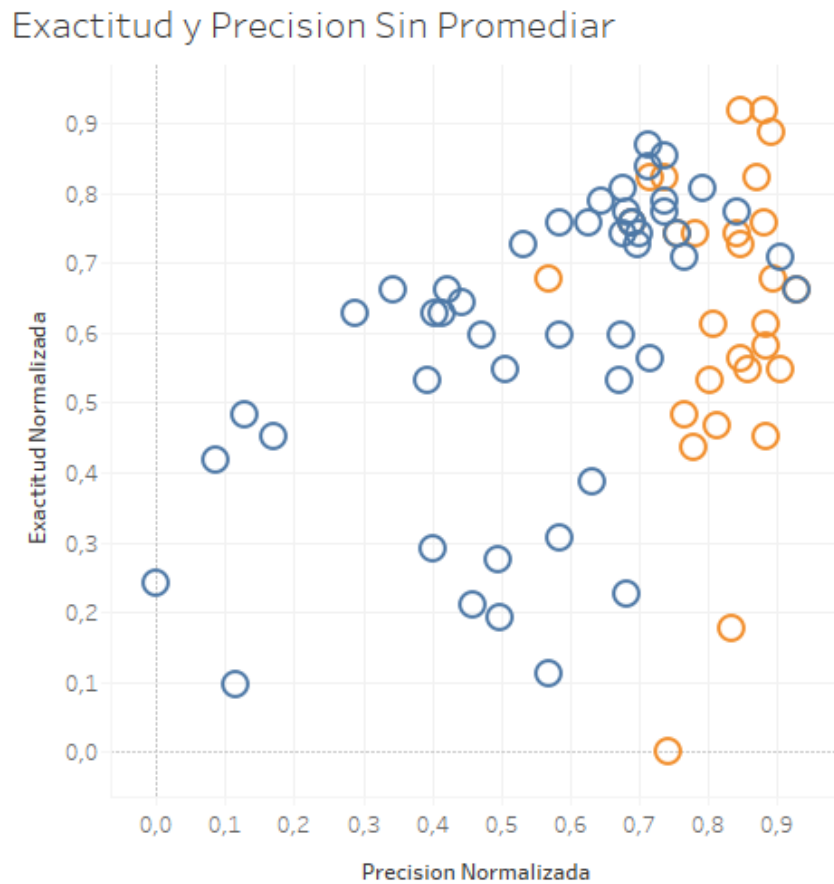


Fig. 7, Diagrama de dispersión de exactitud y precisión de los equipos, cada círculo representa un equipo con un paciente y un tipo de presión asociado, con su respectivo error promedio y la desviación estándar de las lecturas.

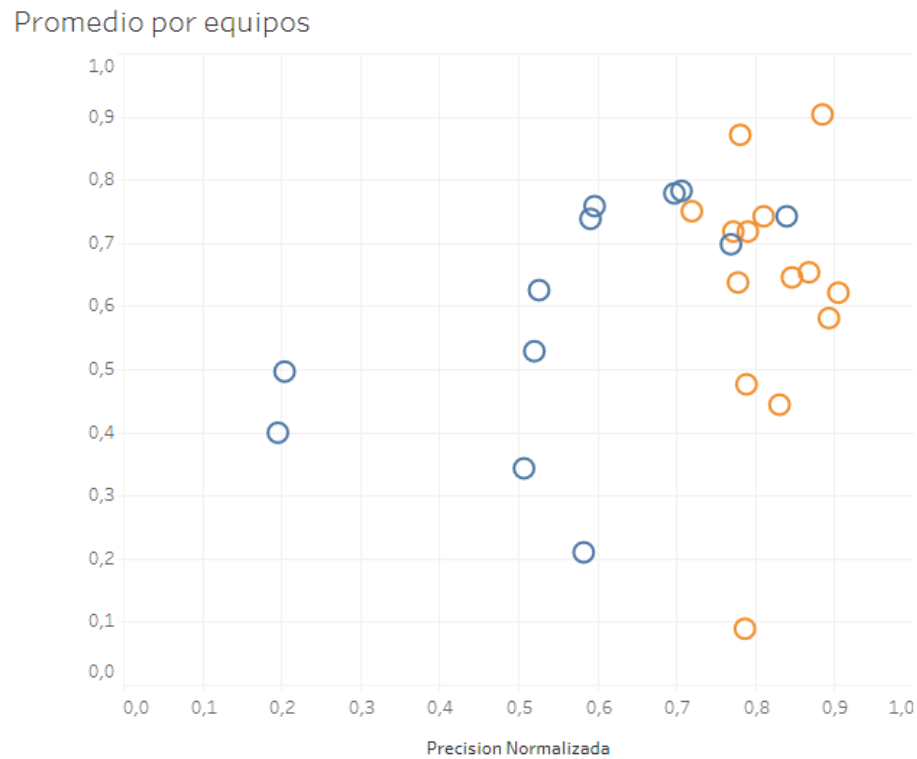


Fig.8 Diagrama de dispersión de exactitud y precisión de los equipos, cada círculo representa un equipo y un paciente asociado, con su respectivo promedio de errores promedio y promedio de desviaciones estándar de las lecturas.

En las fig. 7 y 8 se observa que, a distintos niveles de segregación y agregación de datos, la tendencia se mantiene, siendo los monitores los que están más alejados del origen en el eje de precisión, no así en el eje de exactitud, donde se observa incluso una dispersión de los resultados similar tanto en los equipos automáticos como en los monitores.

Promedios Totales

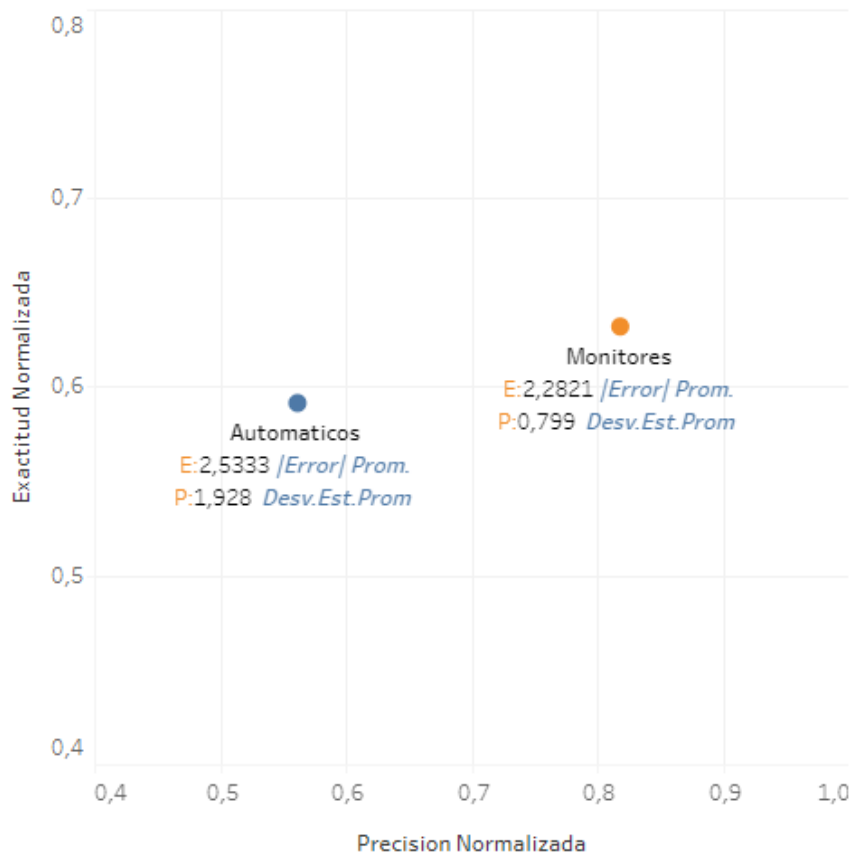


Figura 6, Diagrama de dispersión de exactitud y precisión de los equipos, cada círculo representa un tipo de equipo con su respectivo promedio total de errores promedio y promedio total de desviaciones estándar de las lecturas.

En términos globales, se observa en la fig. 9 que los monitores logran en promedio una mejor exactitud y mejor precisión que los equipos automáticos.

5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados observados, en primer lugar, llama la atención de que el MPANI automático no era capaz de estimar la presión del paciente A, esto quizá es debido a que estos equipos por lo general son usados para estimar presiones altas y el fabricante probablemente desestimó la necesidad de que su dispositivo operara bajo esas condiciones, lo cual se contradice con la norma IEC 80601-2-30 que dicta que este tipo de dispositivos debe ser capaz de detectar valores de presión sistólica entre 60 y 230 mmHg.

La línea de tendencia observada permite visualizar que el comportamiento de los 2 tipos de equipos es distinto, como se esperaba, pero arrojó una diferencia en el sentido de las tendencias, información que no era tan intuitiva.

En términos generales se esperaba que el comportamiento sería bastante similar, con una pendiente positiva (a mayor presión mayor error esperable) y se consideraba a los equipos monitores más exactos, por ende, menor magnitud de la pendiente en la línea de tendencia de errores. Sin embargo, el comportamiento observado en el análisis muestra una mayor tendencia de error en equipos automáticos que en monitores (primer coeficiente $|0.011| > |0.008|$), pero con sentidos inversos, i.e., en presiones altas los equipos automáticos subestiman la presión arterial mientras que los monitores la sobreestiman. Es decir, los equipos automáticos muestran una tendencia a entregar falsos negativos y los monitores una tendencia a entregar falsos positivos al querer diagnosticar una presión arterial alta.

Como se observa en la fig. 6, los equipos automáticos (B1 a B4) por lo general subestimaban las presiones sistólicas, en distinta magnitud y frecuencia entre los mismos equipos (poca exactitud y poca precisión).

En la medición de presiones diastólicas, la magnitud de algunos errores de los equipos automáticos es aún mayor que en la medición de presiones sistólicas y, pero en promedio tienen a un menor error (mejor exactitud y muy poca precisión).

En la medición de presiones diastólicas, los monitores logran mayor exactitud y mayor precisión que los equipos automáticos, sin embargo, se detectó una tendencia a subestimar las presiones.

Por otra parte, los monitores logran estimar bastante bien las presiones sistólicas en comparación a los equipos automáticos y las estimaciones son más consistentes entre sí (mayor exactitud y mayor precisión) y no presentan una tendencia clara en cuanto a subestimación y sobrestimación.

6. CONCLUSION

A partir del análisis de data recolectada se comprobó la hipótesis de que los equipos automáticos son, en promedio, menos precisos y menos exactos que los monitores multiparamétricos, aunque llama la atención la variabilidad en el funcionamiento de cada equipo del mismo modelo al estimar un tipo específico de presión arterial (equipos automáticos subestiman las bajas presiones sistólicas y monitores de uso clínico subestiman las altas presiones diastólicas), como se observó en las curvas de error de la Fig. 4 y la Fig. 5.

Este resultado es interesante pues es contraintuitivo y llama a observar el comportamiento de otros modelos de distintos fabricantes que podrían incluso presentar mayor variabilidad Inter-equipo e Intra-equipo.

El equipo automático considerado en este estudio por su parte presentó en algunas comparaciones incongruencias con la norma IEC 80.601-2, otros modelos podrían presentar los mismos problemas en mayor o en menor medida y su uso masivo por profesionales de instituciones prestadoras de servicios de salud o uso domiciliario en caso de home-care podría no ser efectivo o en el peor de los casos no ser seguro para los usuarios. Como se pudo observar en el estudio, los equipos de uso común, para la medición automática de la presión arterial pueden alcanzar errores puntuales que superan los 10 mmHg, valores que no son tolerables según las normas internacionales.

Por otra parte, la falta de estándares de regulación en la entrada de un dispositivo médico al mercado nacional conlleva a la falta de una motivación que impulse la formación de organizaciones que realicen investigación, inspección o validación del rendimiento de estos dispositivos médicos en sus funciones clínicas.

Si bien el estudio presentado se basa en una muestra pequeña de dispositivos que se comercializan libremente en el país, nos permite suponer que pueden existir muchos otros dispositivos que no cuentan con inspecciones formales que verifiquen aspectos técnicos como la precisión y la exactitud, y por lo tanto pueden presentar un funcionamiento que no cumple con los estándares establecidos en normas y protocolos de validación internacionales.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ministerio de Desarrollo Social, «CASEN Sintesis de Resultados en Salud 2017,» Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/10/CASEN-Salud-2017.pdf>.
- [2] M. F. Rozas, M. C. Escobar y MINSAL, Tipos de esfigmomanómetros: Recomendaciones, Santiago, Chile, 2012.
- [3] Organización Panamericana de la Salud, Reemplazo de los termómetros y de los tensiómetros de mercurio en la atención de salud, Washington DC, 2013.
- [4] Organización Panamericana de la Salud, Especificaciones técnicas de la OMS para dispositivos automáticos de medición de presión arterial no invasivos y con brazalete, 2020.
- [5] D. Cardona-Mülle y F. Grover-Páez, «Confiabilidad de un monitor automatizado para la medición de la presión arterial,» *Revista Medica de Chile*, vol. 146, n° 2, pp. 190 - 195, 2018.
- [6] L. M. Vera-Cala, M. Orostegui, L. Valencia-Angel, N. Lopez y L. E. Bautista, «Accuracy of the Omron HEM-705 CP for blood pressure measurement in large epidemiologic studies.,» *Arq Bras Cardiol*, vol. 96, n° 5, pp. 393-8, Mayo 2011.
- [7] D. K. G. M. Alvear, «Validación de Esfigmomanómetros Aneroides y Electrónicos Frente a Esfigmomanómetro de Mercurio,» 11 11 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21205>.
- [8] E. Vinyoles, M. Cecilia y M. Xenia, «Validez de los esfigmomanómetros automáticos,» *Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, vol. 19, n° 8, pp. 489 - 491, octubre 2012.
- [9] J. L. Llisterri Caro, G. C. Rodríguez Roca, F. J. Alonso Moreno y F. J. Artigao Rodenas, «Protocolos de validación de los dispositivos,» *Medicina de Familia, SEMERGEN*, vol. 30, n° 2, pp. 72 - 81, Febrero 2004.
- [10] R. Chavez Bracamontes, J. Jalomo-Cuevas, R. Rentería Toriz y H. Bracamontes-del-Toro, «El uso de los simuladores de presión arterial no invasiva para la validación de esfigmomanómetros automatizados,» *Revista Electronica de Ingeniería y Aplicación*, n° 4, pp. 45-50, 2018.
- [11] Ministerio de Salud, Guía Clínica Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más, Santiago, Chile, 2010.

8. ANEXOS

Equipo	Paciente	Tipo presión	Referencia	N de Muestra	Lectura	Error	Error Absoluto
B1	A	Sis	60	1			0
B1	A	Sis	60	2			0
B1	A	Sis	60	3			0
B1	A	Sis	60	4			0
B1	A	Sis	60	5			0
B1	A	Sis	60	6			0
B1	A	Sis	60	7			0
B1	A	Sis	60	8			0
B1	A	Sis	60	9			0
B1	A	Sis	60	10			0
B1	B	Sis	80	1	79	-1	1
B1	B	Sis	80	2	78	-2	2
B1	B	Sis	80	3	79	-1	1
B1	B	Sis	80	4	78	-2	2
B1	B	Sis	80	5	80	0	0
B1	B	Sis	80	6	79	-1	1
B1	B	Sis	80	7	79	-1	1
B1	B	Sis	80	8	79	-1	1
B1	B	Sis	80	9	80	0	0
B1	B	Sis	80	10	77	-3	3
B1	C	Sis	100	1	94	-6	6
B1	C	Sis	100	2	98	-2	2
B1	C	Sis	100	3	98	-2	2
B1	C	Sis	100	4	98	-2	2
B1	C	Sis	100	5	98	-2	2
B1	C	Sis	100	6	98	-2	2
B1	C	Sis	100	7	98	-2	2
B1	C	Sis	100	8	97	-3	3
B1	C	Sis	100	9	97	-3	3
B1	C	Sis	100	10	97	-3	3
B1	D	Sis	120	1	114	-6	6
B1	D	Sis	120	2	115	-5	5
B1	D	Sis	120	3	118	-2	2
B1	D	Sis	120	4	117	-3	3
B1	D	Sis	120	5	113	-7	7

B1	D	Sis	120	6	113	-7	7
B1	D	Sis	120	7	112	-8	8
B1	D	Sis	120	8	115	-5	5
B1	D	Sis	120	9	115	-5	5
B1	D	Sis	120	10	113	-7	7
B1	E	Sis	150	1	146	-4	4
B1	E	Sis	150	2	146	-4	4
B1	E	Sis	150	3	147	-3	3
B1	E	Sis	150	4	146	-4	4
B1	E	Sis	150	5	144	-6	6
B1	E	Sis	150	6	145	-5	5
B1	E	Sis	150	7	144	-6	6
B1	E	Sis	150	8	149	-1	1
B1	E	Sis	150	9	147	-3	3
B1	E	Sis	150	10	148	-2	2
B1	F	Sis	200	1	199	-1	1
B1	F	Sis	200	2	198	-2	2
B1	F	Sis	200	3	197	-3	3
B1	F	Sis	200	4	197	-3	3
B1	F	Sis	200	5	193	-7	7
B1	F	Sis	200	6	198	-2	2
B1	F	Sis	200	7	198	-2	2
B1	F	Sis	200	8	195	-5	5
B1	F	Sis	200	9	198	-2	2
B1	F	Sis	200	10	201	1	1
B1	G	Sis	255	1	247	-8	8
B1	G	Sis	255	2	248	-7	7
B1	G	Sis	255	3	249	-6	6
B1	G	Sis	255	4	249	-6	6
B1	G	Sis	255	5	252	-3	3
B1	G	Sis	255	6	253	-2	2
B1	G	Sis	255	7	253	-2	2
B1	G	Sis	255	8	253	-2	2
B1	G	Sis	255	9	251	-4	4
B1	G	Sis	255	10	250	-5	5
B2	A	Sis	60	1			0
B2	A	Sis	60	2			0
B2	A	Sis	60	3			0

B2	A	Sis	60	4			0
B2	A	Sis	60	5			0
B2	A	Sis	60	6			0
B2	A	Sis	60	7			0
B2	A	Sis	60	8			0
B2	A	Sis	60	9			0
B2	A	Sis	60	10			0
B2	B	Sis	80	1	78	-2	2
B2	B	Sis	80	2	78	-2	2
B2	B	Sis	80	3	78	-2	2
B2	B	Sis	80	4	79	-1	1
B2	B	Sis	80	5	78	-2	2
B2	B	Sis	80	6	78	-2	2
B2	B	Sis	80	7	78	-2	2
B2	B	Sis	80	8	78	-2	2
B2	B	Sis	80	9	78	-2	2
B2	B	Sis	80	10	79	-1	1
B2	C	Sis	100	1	97	-3	3
B2	C	Sis	100	2	99	-1	1
B2	C	Sis	100	3	99	-1	1
B2	C	Sis	100	4	99	-1	1
B2	C	Sis	100	5	99	-1	1
B2	C	Sis	100	6	98	-2	2
B2	C	Sis	100	7	98	-2	2
B2	C	Sis	100	8	99	-1	1
B2	C	Sis	100	9	99	-1	1
B2	C	Sis	100	10	99	-1	1
B2	D	Sis	120	1	115	-5	5
B2	D	Sis	120	2	115	-5	5
B2	D	Sis	120	3	115	-5	5
B2	D	Sis	120	4	119	-1	1
B2	D	Sis	120	5	115	-5	5
B2	D	Sis	120	6	119	-1	1
B2	D	Sis	120	7	116	-4	4
B2	D	Sis	120	8	115	-5	5
B2	D	Sis	120	9	114	-6	6
B2	D	Sis	120	10	114	-6	6
B2	E	Sis	150	1	150	0	0

B2	E	Sis	150	2	150	0	0
B2	E	Sis	150	3	145	-5	5
B2	E	Sis	150	4	148	-2	2
B2	E	Sis	150	5	146	-4	4
B2	E	Sis	150	6	146	-4	4
B2	E	Sis	150	7	145	-5	5
B2	E	Sis	150	8	150	0	0
B2	E	Sis	150	9	145	-5	5
B2	E	Sis	150	10	150	0	0
B2	F	Sis	200	1	198	-2	2
B2	F	Sis	200	2	197	-3	3
B2	F	Sis	200	3	196	-4	4
B2	F	Sis	200	4	201	1	1
B2	F	Sis	200	5	196	-4	4
B2	F	Sis	200	6	199	-1	1
B2	F	Sis	200	7	200	0	0
B2	F	Sis	200	8	200	0	0
B2	F	Sis	200	9	200	0	0
B2	F	Sis	200	10	200	0	0
B2	G	Sis	255	1	254	-1	1
B2	G	Sis	255	2	254	-1	1
B2	G	Sis	255	3	251	-4	4
B2	G	Sis	255	4	248	-7	7
B2	G	Sis	255	5	252	-3	3
B2	G	Sis	255	6	248	-7	7
B2	G	Sis	255	7	252	-3	3
B2	G	Sis	255	8	248	-7	7
B2	G	Sis	255	9	247	-8	8
B2	G	Sis	255	10	252	-3	3
B3	A	Sis	60	1			0
B3	A	Sis	60	2			0
B3	A	Sis	60	3			0
B3	A	Sis	60	4			0
B3	A	Sis	60	5			0
B3	A	Sis	60	6			0
B3	A	Sis	60	7			0
B3	A	Sis	60	8			0
B3	A	Sis	60	9			0

B3	A	Sis	60	10			0
B3	B	Sis	80	1	80	0	0
B3	B	Sis	80	2	78	-2	2
B3	B	Sis	80	3	80	0	0
B3	B	Sis	80	4	77	-3	3
B3	B	Sis	80	5	77	-3	3
B3	B	Sis	80	6	79	-1	1
B3	B	Sis	80	7	80	0	0
B3	B	Sis	80	8	79	-1	1
B3	B	Sis	80	9	78	-2	2
B3	B	Sis	80	10	79	-1	1
B3	C	Sis	100	1	99	-1	1
B3	C	Sis	100	2	98	-2	2
B3	C	Sis	100	3	96	-4	4
B3	C	Sis	100	4	99	-1	1
B3	C	Sis	100	5	98	-2	2
B3	C	Sis	100	6	100	0	0
B3	C	Sis	100	7	98	-2	2
B3	C	Sis	100	8	98	-2	2
B3	C	Sis	100	9	98	-2	2
B3	C	Sis	100	10	98	-2	2
B3	D	Sis	120	1	116	-4	4
B3	D	Sis	120	2	113	-7	7
B3	D	Sis	120	3	119	-1	1
B3	D	Sis	120	4	113	-7	7
B3	D	Sis	120	5	115	-5	5
B3	D	Sis	120	6	116	-4	4
B3	D	Sis	120	7	116	-4	4
B3	D	Sis	120	8	115	-5	5
B3	D	Sis	120	9	116	-4	4
B3	D	Sis	120	10	111	-9	9
B3	E	Sis	150	1	148	-2	2
B3	E	Sis	150	2	148	-2	2
B3	E	Sis	150	3	147	-3	3
B3	E	Sis	150	4	149	-1	1
B3	E	Sis	150	5	153	3	3
B3	E	Sis	150	6	146	-4	4
B3	E	Sis	150	7	147	-3	3

B3	E	Sis	150	8	146	-4	4
B3	E	Sis	150	9	146	-4	4
B3	E	Sis	150	10	153	3	3
B3	F	Sis	200	1	201	1	1
B3	F	Sis	200	2	201	1	1
B3	F	Sis	200	3	196	-4	4
B3	F	Sis	200	4	201	1	1
B3	F	Sis	200	5	201	1	1
B3	F	Sis	200	6	200	0	0
B3	F	Sis	200	7	201	1	1
B3	F	Sis	200	8	194	-6	6
B3	F	Sis	200	9	195	-5	5
B3	F	Sis	200	10	201	1	1
B3	G	Sis	255	1	254	-1	1
B3	G	Sis	255	2	253	-2	2
B3	G	Sis	255	3	255	0	0
B3	G	Sis	255	4	252	-3	3
B3	G	Sis	255	5	252	-3	3
B3	G	Sis	255	6	252	-3	3
B3	G	Sis	255	7	254	-1	1
B3	G	Sis	255	8	251	-4	4
B3	G	Sis	255	9	251	-4	4
B3	G	Sis	255	10	251	-4	4
B4	A	Sis	60	1			0
B4	A	Sis	60	2			0
B4	A	Sis	60	3			0
B4	A	Sis	60	4			0
B4	A	Sis	60	5			0
B4	A	Sis	60	6			0
B4	A	Sis	60	7			0
B4	A	Sis	60	8			0
B4	A	Sis	60	9			0
B4	A	Sis	60	10			0
B4	B	Sis	80	1	78	-2	2
B4	B	Sis	80	2	78	-2	2
B4	B	Sis	80	3	78	-2	2
B4	B	Sis	80	4	77	-3	3
B4	B	Sis	80	5	78	-2	2

B4	B	Sis	80	6	78	-2	2
B4	B	Sis	80	7	78	-2	2
B4	B	Sis	80	8	78	-2	2
B4	B	Sis	80	9	78	-2	2
B4	B	Sis	80	10	78	-2	2
B4	C	Sis	100	1	99	-1	1
B4	C	Sis	100	2	97	-3	3
B4	C	Sis	100	3	101	1	1
B4	C	Sis	100	4	98	-2	2
B4	C	Sis	100	5	98	-2	2
B4	C	Sis	100	6	98	-2	2
B4	C	Sis	100	7	99	-1	1
B4	C	Sis	100	8	99	-1	1
B4	C	Sis	100	9	99	-1	1
B4	C	Sis	100	10	98	-2	2
B4	D	Sis	120	1	113	-7	7
B4	D	Sis	120	2	114	-6	6
B4	D	Sis	120	3	115	-5	5
B4	D	Sis	120	4	116	-4	4
B4	D	Sis	120	5	116	-4	4
B4	D	Sis	120	6	116	-4	4
B4	D	Sis	120	7	115	-5	5
B4	D	Sis	120	8	115	-5	5
B4	D	Sis	120	9	114	-6	6
B4	D	Sis	120	10	118	-2	2
B4	E	Sis	150	1	147	-3	3
B4	E	Sis	150	2	149	-1	1
B4	E	Sis	150	3	144	-6	6
B4	E	Sis	150	4	151	1	1
B4	E	Sis	150	5	148	-2	2
B4	E	Sis	150	6	148	-2	2
B4	E	Sis	150	7	147	-3	3
B4	E	Sis	150	8	147	-3	3
B4	E	Sis	150	9	149	-1	1
B4	E	Sis	150	10	147	-3	3
B4	F	Sis	200	1	199	-1	1
B4	F	Sis	200	2	196	-4	4
B4	F	Sis	200	3	197	-3	3

B4	F	Sis	200	4	195	-5	5
B4	F	Sis	200	5	196	-4	4
B4	F	Sis	200	6	199	-1	1
B4	F	Sis	200	7	197	-3	3
B4	F	Sis	200	8	196	-4	4
B4	F	Sis	200	9	199	-1	1
B4	F	Sis	200	10	197	-3	3
B4	G	Sis	255	1	251	-4	4
B4	G	Sis	255	2	251	-4	4
B4	G	Sis	255	3	251	-4	4
B4	G	Sis	255	4	250	-5	5
B4	G	Sis	255	5	251	-4	4
B4	G	Sis	255	6	253	-2	2
B4	G	Sis	255	7	248	-7	7
B4	G	Sis	255	8	253	-2	2
B4	G	Sis	255	9	247	-8	8
B4	G	Sis	255	10	246	-9	9
M1	A	Sis	60	1	61	1	1
M1	A	Sis	60	2	61	1	1
M1	A	Sis	60	3	62	2	2
M1	A	Sis	60	4	60	0	0
M1	A	Sis	60	5	62	2	2
M1	A	Sis	60	6	63	3	3
M1	A	Sis	60	7	63	3	3
M1	A	Sis	60	8	61	1	1
M1	A	Sis	60	9	61	1	1
M1	A	Sis	60	10	62	2	2
M1	B	Sis	80	1	80	0	0
M1	B	Sis	80	2	80	0	0
M1	B	Sis	80	3	80	0	0
M1	B	Sis	80	4	81	1	1
M1	B	Sis	80	5	80	0	0
M1	B	Sis	80	6	81	1	1
M1	B	Sis	80	7	80	0	0
M1	B	Sis	80	8	79	-1	1
M1	B	Sis	80	9	81	1	1
M1	B	Sis	80	10	81	1	1
M1	C	Sis	100	1	100	0	0

M1	C	Sis	100	2	99	-1	1
M1	C	Sis	100	3	99	-1	1
M1	C	Sis	100	4	99	-1	1
M1	C	Sis	100	5	98	-2	2
M1	C	Sis	100	6	99	-1	1
M1	C	Sis	100	7	99	-1	1
M1	C	Sis	100	8	99	-1	1
M1	C	Sis	100	9	98	-2	2
M1	C	Sis	100	10	99	-1	1
M1	D	Sis	120	1	118	-2	2
M1	D	Sis	120	2	118	-2	2
M1	D	Sis	120	3	118	-2	2
M1	D	Sis	120	4	116	-4	4
M1	D	Sis	120	5	117	-3	3
M1	D	Sis	120	6	116	-4	4
M1	D	Sis	120	7	118	-2	2
M1	D	Sis	120	8	117	-3	3
M1	D	Sis	120	9	116	-4	4
M1	D	Sis	120	10	117	-3	3
M1	E	Sis	150	1	149	-1	1
M1	E	Sis	150	2	151	1	1
M1	E	Sis	150	3	149	-1	1
M1	E	Sis	150	4	152	2	2
M1	E	Sis	150	5	152	2	2
M1	E	Sis	150	6	150	0	0
M1	E	Sis	150	7	152	2	2
M1	E	Sis	150	8	150	0	0
M1	E	Sis	150	9	151	1	1
M1	E	Sis	150	10	151	1	1
M1	F	Sis	200	1	200	0	0
M1	F	Sis	200	2	202	2	2
M1	F	Sis	200	3	202	2	2
M1	F	Sis	200	4	202	2	2
M1	F	Sis	200	5	202	2	2
M1	F	Sis	200	6	202	2	2
M1	F	Sis	200	7	202	2	2
M1	F	Sis	200	8	202	2	2
M1	F	Sis	200	9	202	2	2

M1	F	Sis	200	10	201	1	1
M1	G	Sis	255	1	257	2	2
M1	G	Sis	255	2	257	2	2
M1	G	Sis	255	3	257	2	2
M1	G	Sis	255	4	256	1	1
M1	G	Sis	255	5	256	1	1
M1	G	Sis	255	6	256	1	1
M1	G	Sis	255	7	256	1	1
M1	G	Sis	255	8	257	2	2
M1	G	Sis	255	9	257	2	2
M1	G	Sis	255	10	256	1	1
M2	A	Sis	60	1	61	1	1
M2	A	Sis	60	2	61	1	1
M2	A	Sis	60	3	61	1	1
M2	A	Sis	60	4	62	2	2
M2	A	Sis	60	5	62	2	2
M2	A	Sis	60	6	61	1	1
M2	A	Sis	60	7	61	1	1
M2	A	Sis	60	8	62	2	2
M2	A	Sis	60	9	63	3	3
M2	A	Sis	60	10	62	2	2
M2	B	Sis	80	1	78	-2	2
M2	B	Sis	80	2	79	-1	1
M2	B	Sis	80	3	79	-1	1
M2	B	Sis	80	4	79	-1	1
M2	B	Sis	80	5	81	1	1
M2	B	Sis	80	6	82	2	2
M2	B	Sis	80	7	79	-1	1
M2	B	Sis	80	8	80	0	0
M2	B	Sis	80	9	79	-1	1
M2	B	Sis	80	10	81	1	1
M2	C	Sis	100	1	101	1	1
M2	C	Sis	100	2	98	-2	2
M2	C	Sis	100	3	99	-1	1
M2	C	Sis	100	4	97	-3	3
M2	C	Sis	100	5	100	0	0
M2	C	Sis	100	6	96	-4	4
M2	C	Sis	100	7	96	-4	4

M2	C	Sis	100	8	101	1	1
M2	C	Sis	100	9	97	-3	3
M2	C	Sis	100	10	99	-1	1
M2	D	Sis	120	1	117	-3	3
M2	D	Sis	120	2	118	-2	2
M2	D	Sis	120	3	120	0	0
M2	D	Sis	120	4	118	-2	2
M2	D	Sis	120	5	118	-2	2
M2	D	Sis	120	6	119	-1	1
M2	D	Sis	120	7	119	-1	1
M2	D	Sis	120	8	118	-2	2
M2	D	Sis	120	9	120	0	0
M2	D	Sis	120	10	117	-3	3
M2	E	Sis	150	1	151	1	1
M2	E	Sis	150	2	151	1	1
M2	E	Sis	150	3	153	3	3
M2	E	Sis	150	4	152	2	2
M2	E	Sis	150	5	153	3	3
M2	E	Sis	150	6	153	3	3
M2	E	Sis	150	7	153	3	3
M2	E	Sis	150	8	153	3	3
M2	E	Sis	150	9	152	2	2
M2	E	Sis	150	10	153	3	3
M2	F	Sis	200	1	203	3	3
M2	F	Sis	200	2	204	4	4
M2	F	Sis	200	3	203	3	3
M2	F	Sis	200	4	203	3	3
M2	F	Sis	200	5	202	2	2
M2	F	Sis	200	6	203	3	3
M2	F	Sis	200	7	203	3	3
M2	F	Sis	200	8	202	2	2
M2	F	Sis	200	9	202	2	2
M2	F	Sis	200	10	202	2	2
M2	G	Sis	255	1	258	3	3
M2	G	Sis	255	2	258	3	3
M2	G	Sis	255	3	257	2	2
M2	G	Sis	255	4	257	2	2
M2	G	Sis	255	5	257	2	2

M2	G	Sis	255	6	258	3	3
M2	G	Sis	255	7	258	3	3
M2	G	Sis	255	8	258	3	3
M2	G	Sis	255	9	258	3	3
M2	G	Sis	255	10	259	4	4
B1	A	Dias	30	1			0
B1	A	Dias	30	2			0
B1	A	Dias	30	3			0
B1	A	Dias	30	4			0
B1	A	Dias	30	5			0
B1	A	Dias	30	6			0
B1	A	Dias	30	7			0
B1	A	Dias	30	8			0
B1	A	Dias	30	9			0
B1	A	Dias	30	10			0
B1	B	Dias	50	1	53	3	3
B1	B	Dias	50	2	48	-2	2
B1	B	Dias	50	3	52	2	2
B1	B	Dias	50	4	52	2	2
B1	B	Dias	50	5	47	-3	3
B1	B	Dias	50	6	52	2	2
B1	B	Dias	50	7	50	0	0
B1	B	Dias	50	8	48	-2	2
B1	B	Dias	50	9	51	1	1
B1	B	Dias	50	10	50	0	0
B1	C	Dias	65	1	66	1	1
B1	C	Dias	65	2	63	-2	2
B1	C	Dias	65	3	63	-2	2
B1	C	Dias	65	4	64	-1	1
B1	C	Dias	65	5	63	-2	2
B1	C	Dias	65	6	63	-2	2
B1	C	Dias	65	7	65	0	0
B1	C	Dias	65	8	66	1	1
B1	C	Dias	65	9	63	-2	2
B1	C	Dias	65	10	66	1	1
B1	D	Dias	80	1	80	0	0
B1	D	Dias	80	2	81	1	1
B1	D	Dias	80	3	78	-2	2

B1	D	Dias	80	4	78	-2	2
B1	D	Dias	80	5	78	-2	2
B1	D	Dias	80	6	78	-2	2
B1	D	Dias	80	7	77	-3	3
B1	D	Dias	80	8	79	-1	1
B1	D	Dias	80	9	79	-1	1
B1	D	Dias	80	10	81	1	1
B1	E	Dias	100	1	98	-2	2
B1	E	Dias	100	2	98	-2	2
B1	E	Dias	100	3	101	1	1
B1	E	Dias	100	4	98	-2	2
B1	E	Dias	100	5	100	0	0
B1	E	Dias	100	6	98	-2	2
B1	E	Dias	100	7	99	-1	1
B1	E	Dias	100	8	98	-2	2
B1	E	Dias	100	9	96	-4	4
B1	E	Dias	100	10	100	0	0
B1	F	Dias	150	1	152	2	2
B1	F	Dias	150	2	153	3	3
B1	F	Dias	150	3	152	2	2
B1	F	Dias	150	4	153	3	3
B1	F	Dias	150	5	152	2	2
B1	F	Dias	150	6	152	2	2
B1	F	Dias	150	7	148	-2	2
B1	F	Dias	150	8	149	-1	1
B1	F	Dias	150	9	145	-5	5
B1	F	Dias	150	10	151	1	1
B1	G	Dias	195	1	199	4	4
B1	G	Dias	195	2	197	2	2
B1	G	Dias	195	3	193	-2	2
B1	G	Dias	195	4	193	-2	2
B1	G	Dias	195	5	193	-2	2
B1	G	Dias	195	6	198	3	3
B1	G	Dias	195	7	196	1	1
B1	G	Dias	195	8	197	2	2
B1	G	Dias	195	9	196	1	1
B1	G	Dias	195	10	191	-4	4
B2	A	Dias	30	1			0

B2	A	Dias	30	2			0
B2	A	Dias	30	3			0
B2	A	Dias	30	4			0
B2	A	Dias	30	5			0
B2	A	Dias	30	6			0
B2	A	Dias	30	7			0
B2	A	Dias	30	8			0
B2	A	Dias	30	9			0
B2	A	Dias	30	10			0
B2	B	Dias	50	1	51	1	1
B2	B	Dias	50	2	52	2	2
B2	B	Dias	50	3	49	-1	1
B2	B	Dias	50	4	48	-2	2
B2	B	Dias	50	5	51	1	1
B2	B	Dias	50	6	51	1	1
B2	B	Dias	50	7	50	0	0
B2	B	Dias	50	8	53	3	3
B2	B	Dias	50	9	51	1	1
B2	B	Dias	50	10	50	0	0
B2	C	Dias	65	1	65	0	0
B2	C	Dias	65	2	63	-2	2
B2	C	Dias	65	3	63	-2	2
B2	C	Dias	65	4	63	-2	2
B2	C	Dias	65	5	63	-2	2
B2	C	Dias	65	6	63	-2	2
B2	C	Dias	65	7	67	2	2
B2	C	Dias	65	8	64	-1	1
B2	C	Dias	65	9	64	-1	1
B2	C	Dias	65	10	63	-2	2
B2	D	Dias	80	1	79	-1	1
B2	D	Dias	80	2	79	-1	1
B2	D	Dias	80	3	78	-2	2
B2	D	Dias	80	4	78	-2	2
B2	D	Dias	80	5	79	-1	1
B2	D	Dias	80	6	78	-2	2
B2	D	Dias	80	7	81	1	1
B2	D	Dias	80	8	82	2	2
B2	D	Dias	80	9	79	-1	1

B2	D	Dias	80	10	78	-2	2
B2	E	Dias	100	1	96	-4	4
B2	E	Dias	100	2	96	-4	4
B2	E	Dias	100	3	101	1	1
B2	E	Dias	100	4	99	-1	1
B2	E	Dias	100	5	102	2	2
B2	E	Dias	100	6	101	1	1
B2	E	Dias	100	7	101	1	1
B2	E	Dias	100	8	101	1	1
B2	E	Dias	100	9	103	3	3
B2	E	Dias	100	10	97	-3	3
B2	F	Dias	150	1	148	-2	2
B2	F	Dias	150	2	150	0	0
B2	F	Dias	150	3	153	3	3
B2	F	Dias	150	4	142	-8	8
B2	F	Dias	150	5	152	2	2
B2	F	Dias	150	6	147	-3	3
B2	F	Dias	150	7	145	-5	5
B2	F	Dias	150	8	145	-5	5
B2	F	Dias	150	9	146	-4	4
B2	F	Dias	150	10	152	2	2
B2	G	Dias	195	1	189	-6	6
B2	G	Dias	195	2	198	3	3
B2	G	Dias	195	3	191	-4	4
B2	G	Dias	195	4	196	1	1
B2	G	Dias	195	5	200	5	5
B2	G	Dias	195	6	195	0	0
B2	G	Dias	195	7	194	-1	1
B2	G	Dias	195	8	194	-1	1
B2	G	Dias	195	9	194	-1	1
B2	G	Dias	195	10	194	-1	1
B3	A	Dias	30	1			0
B3	A	Dias	30	2			0
B3	A	Dias	30	3			0
B3	A	Dias	30	4			0
B3	A	Dias	30	5			0
B3	A	Dias	30	6			0
B3	A	Dias	30	7			0

B3	A	Dias	30	8			0
B3	A	Dias	30	9			0
B3	A	Dias	30	10			0
B3	B	Dias	50	1	45	-5	5
B3	B	Dias	50	2	49	-1	1
B3	B	Dias	50	3	49	-1	1
B3	B	Dias	50	4	54	4	4
B3	B	Dias	50	5	52	2	2
B3	B	Dias	50	6	48	-2	2
B3	B	Dias	50	7	48	-2	2
B3	B	Dias	50	8	49	-1	1
B3	B	Dias	50	9	48	-2	2
B3	B	Dias	50	10	48	-2	2
B3	C	Dias	65	1	63	-2	2
B3	C	Dias	65	2	64	-1	1
B3	C	Dias	65	3	63	-2	2
B3	C	Dias	65	4	63	-2	2
B3	C	Dias	65	5	63	-2	2
B3	C	Dias	65	6	65	0	0
B3	C	Dias	65	7	67	2	2
B3	C	Dias	65	8	63	-2	2
B3	C	Dias	65	9	63	-2	2
B3	C	Dias	65	10	63	-2	2
B3	D	Dias	80	1	79	-1	1
B3	D	Dias	80	2	78	-2	2
B3	D	Dias	80	3	79	-1	1
B3	D	Dias	80	4	81	1	1
B3	D	Dias	80	5	78	-2	2
B3	D	Dias	80	6	78	-2	2
B3	D	Dias	80	7	79	-1	1
B3	D	Dias	80	8	81	1	1
B3	D	Dias	80	9	79	-1	1
B3	D	Dias	80	10	78	-2	2
B3	E	Dias	100	1	99	-1	1
B3	E	Dias	100	2	99	-1	1
B3	E	Dias	100	3	100	0	0
B3	E	Dias	100	4	98	-2	2
B3	E	Dias	100	5	94	-6	6

B3	E	Dias	100	6	99	-1	1
B3	E	Dias	100	7	99	-1	1
B3	E	Dias	100	8	99	-1	1
B3	E	Dias	100	9	99	-1	1
B3	E	Dias	100	10	99	-1	1
B3	F	Dias	150	1	140	-10	10
B3	F	Dias	150	2	148	-2	2
B3	F	Dias	150	3	148	-2	2
B3	F	Dias	150	4	139	-11	11
B3	F	Dias	150	5	139	-11	11
B3	F	Dias	150	6	142	-8	8
B3	F	Dias	150	7	147	-3	3
B3	F	Dias	150	8	147	-3	3
B3	F	Dias	150	9	147	-3	3
B3	F	Dias	150	10	147	-3	3
B3	G	Dias	195	1	192	-3	3
B3	G	Dias	195	2	192	-3	3
B3	G	Dias	195	3	188	-7	7
B3	G	Dias	195	4	191	-4	4
B3	G	Dias	195	5	191	-4	4
B3	G	Dias	195	6	191	-4	4
B3	G	Dias	195	7	189	-6	6
B3	G	Dias	195	8	200	5	5
B3	G	Dias	195	9	201	6	6
B3	G	Dias	195	10	190	-5	5
B4	A	Dias	30	1			0
B4	A	Dias	30	2			0
B4	A	Dias	30	3			0
B4	A	Dias	30	4			0
B4	A	Dias	30	5			0
B4	A	Dias	30	6			0
B4	A	Dias	30	7			0
B4	A	Dias	30	8			0
B4	A	Dias	30	9			0
B4	A	Dias	30	10			0
B4	B	Dias	50	1	50	0	0
B4	B	Dias	50	2	50	0	0
B4	B	Dias	50	3	51	1	1

B4	B	Dias	50	4	51	1	1
B4	B	Dias	50	5	49	-1	1
B4	B	Dias	50	6	50	0	0
B4	B	Dias	50	7	51	1	1
B4	B	Dias	50	8	48	-2	2
B4	B	Dias	50	9	49	-1	1
B4	B	Dias	50	10	48	-2	2
B4	C	Dias	65	1	65	0	0
B4	C	Dias	65	2	63	-2	2
B4	C	Dias	65	3	62	-3	3
B4	C	Dias	65	4	66	1	1
B4	C	Dias	65	5	66	1	1
B4	C	Dias	65	6	64	-1	1
B4	C	Dias	65	7	65	0	0
B4	C	Dias	65	8	65	0	0
B4	C	Dias	65	9	65	0	0
B4	C	Dias	65	10	65	0	0
B4	D	Dias	80	1	79	-1	1
B4	D	Dias	80	2	78	-2	2
B4	D	Dias	80	3	81	1	1
B4	D	Dias	80	4	79	-1	1
B4	D	Dias	80	5	80	0	0
B4	D	Dias	80	6	80	0	0
B4	D	Dias	80	7	80	0	0
B4	D	Dias	80	8	82	2	2
B4	D	Dias	80	9	78	-2	2
B4	D	Dias	80	10	79	-1	1
B4	E	Dias	100	1	101	1	1
B4	E	Dias	100	2	101	1	1
B4	E	Dias	100	3	99	-1	1
B4	E	Dias	100	4	98	-2	2
B4	E	Dias	100	5	100	0	0
B4	E	Dias	100	6	101	1	1
B4	E	Dias	100	7	101	1	1
B4	E	Dias	100	8	103	3	3
B4	E	Dias	100	9	98	-2	2
B4	E	Dias	100	10	101	1	1
B4	F	Dias	150	1	147	-3	3

B4	F	Dias	150	2	148	-2	2
B4	F	Dias	150	3	152	2	2
B4	F	Dias	150	4	148	-2	2
B4	F	Dias	150	5	148	-2	2
B4	F	Dias	150	6	145	-5	5
B4	F	Dias	150	7	147	-3	3
B4	F	Dias	150	8	154	4	4
B4	F	Dias	150	9	143	-7	7
B4	F	Dias	150	10	156	6	6
B4	G	Dias	195	1	196	1	1
B4	G	Dias	195	2	201	6	6
B4	G	Dias	195	3	196	1	1
B4	G	Dias	195	4	194	-1	1
B4	G	Dias	195	5	200	5	5
B4	G	Dias	195	6	192	-3	3
B4	G	Dias	195	7	191	-4	4
B4	G	Dias	195	8	191	-4	4
B4	G	Dias	195	9	193	-2	2
B4	G	Dias	195	10	200	5	5
M1	A	Dias	30	1	30	0	0
M1	A	Dias	30	2	30	0	0
M1	A	Dias	30	3	29	-1	1
M1	A	Dias	30	4	30	0	0
M1	A	Dias	30	5	29	-1	1
M1	A	Dias	30	6	29	-1	1
M1	A	Dias	30	7	29	-1	1
M1	A	Dias	30	8	29	-1	1
M1	A	Dias	30	9	29	-1	1
M1	A	Dias	30	10	29	-1	1
M1	B	Dias	50	1	48	-2	2
M1	B	Dias	50	2	48	-2	2
M1	B	Dias	50	3	48	-2	2
M1	B	Dias	50	4	47	-3	3
M1	B	Dias	50	5	48	-2	2
M1	B	Dias	50	6	47	-3	3
M1	B	Dias	50	7	47	-3	3
M1	B	Dias	50	8	47	-3	3
M1	B	Dias	50	9	47	-3	3

M1	B	Dias	50	10	47	-3	3
M1	C	Dias	65	1	62	-3	3
M1	C	Dias	65	2	62	-3	3
M1	C	Dias	65	3	62	-3	3
M1	C	Dias	65	4	63	-2	2
M1	C	Dias	65	5	63	-2	2
M1	C	Dias	65	6	62	-3	3
M1	C	Dias	65	7	62	-3	3
M1	C	Dias	65	8	62	-3	3
M1	C	Dias	65	9	62	-3	3
M1	C	Dias	65	10	62	-3	3
M1	D	Dias	80	1	80	0	0
M1	D	Dias	80	2	81	1	1
M1	D	Dias	80	3	78	-2	2
M1	D	Dias	80	4	78	-2	2
M1	D	Dias	80	5	78	-2	2
M1	D	Dias	80	6	78	-2	2
M1	D	Dias	80	7	77	-3	3
M1	D	Dias	80	8	79	-1	1
M1	D	Dias	80	9	79	-1	1
M1	D	Dias	80	10	81	1	1
M1	E	Dias	100	1	96	-4	4
M1	E	Dias	100	2	97	-3	3
M1	E	Dias	100	3	96	-4	4
M1	E	Dias	100	4	97	-3	3
M1	E	Dias	100	5	98	-2	2
M1	E	Dias	100	6	97	-3	3
M1	E	Dias	100	7	98	-2	2
M1	E	Dias	100	8	96	-4	4
M1	E	Dias	100	9	95	-5	5
M1	E	Dias	100	10	98	-2	2
M1	F	Dias	150	1	145	-5	5
M1	F	Dias	150	2	145	-5	5
M1	F	Dias	150	3	146	-4	4
M1	F	Dias	150	4	146	-4	4
M1	F	Dias	150	5	145	-5	5
M1	F	Dias	150	6	145	-5	5
M1	F	Dias	150	7	144	-6	6

M1	F	Dias	150	8	144	-6	6
M1	F	Dias	150	9	144	-6	6
M1	F	Dias	150	10	145	-5	5
M1	G	Dias	195	1	193	-2	2
M1	G	Dias	195	2	191	-4	4
M1	G	Dias	195	3	191	-4	4
M1	G	Dias	195	4	191	-4	4
M1	G	Dias	195	5	193	-2	2
M1	G	Dias	195	6	192	-3	3
M1	G	Dias	195	7	191	-4	4
M1	G	Dias	195	8	190	-5	5
M1	G	Dias	195	9	192	-3	3
M1	G	Dias	195	10	191	-4	4
M2	A	Dias	30	1	30	0	0
M2	A	Dias	30	2	30	0	0
M2	A	Dias	30	3	29	-1	1
M2	A	Dias	30	4	29	-1	1
M2	A	Dias	30	5	29	-1	1
M2	A	Dias	30	6	29	-1	1
M2	A	Dias	30	7	30	0	0
M2	A	Dias	30	8	30	0	0
M2	A	Dias	30	9	29	-1	1
M2	A	Dias	30	10	30	0	0
M2	B	Dias	50	1	48	-2	2
M2	B	Dias	50	2	48	-2	2
M2	B	Dias	50	3	48	-2	2
M2	B	Dias	50	4	48	-2	2
M2	B	Dias	50	5	48	-2	2
M2	B	Dias	50	6	48	-2	2
M2	B	Dias	50	7	48	-2	2
M2	B	Dias	50	8	47	-3	3
M2	B	Dias	50	9	48	-2	2
M2	B	Dias	50	10	48	-2	2
M2	C	Dias	65	1	63	-2	2
M2	C	Dias	65	2	62	-3	3
M2	C	Dias	65	3	63	-2	2
M2	C	Dias	65	4	63	-2	2
M2	C	Dias	65	5	63	-2	2

M2	C	Dias	65	6	62	-3	3
M2	C	Dias	65	7	62	-3	3
M2	C	Dias	65	8	62	-3	3
M2	C	Dias	65	9	63	-2	2
M2	C	Dias	65	10	63	-2	2
M2	D	Dias	80	1	77	-3	3
M2	D	Dias	80	2	78	-2	2
M2	D	Dias	80	3	78	-2	2
M2	D	Dias	80	4	78	-2	2
M2	D	Dias	80	5	78	-2	2
M2	D	Dias	80	6	78	-2	2
M2	D	Dias	80	7	78	-2	2
M2	D	Dias	80	8	79	-1	1
M2	D	Dias	80	9	78	-2	2
M2	D	Dias	80	10	78	-2	2
M2	E	Dias	100	1	98	-2	2
M2	E	Dias	100	2	96	-4	4
M2	E	Dias	100	3	95	-5	5
M2	E	Dias	100	4	97	-3	3
M2	E	Dias	100	5	97	-3	3
M2	E	Dias	100	6	97	-3	3
M2	E	Dias	100	7	97	-3	3
M2	E	Dias	100	8	96	-4	4
M2	E	Dias	100	9	97	-3	3
M2	E	Dias	100	10	97	-3	3
M2	F	Dias	150	1	142	-8	8
M2	F	Dias	150	2	143	-7	7
M2	F	Dias	150	3	143	-7	7
M2	F	Dias	150	4	143	-7	7
M2	F	Dias	150	5	145	-5	5
M2	F	Dias	150	6	143	-7	7
M2	F	Dias	150	7	145	-5	5
M2	F	Dias	150	8	144	-6	6
M2	F	Dias	150	9	145	-5	5
M2	F	Dias	150	10	145	-5	5
M2	G	Dias	195	1	191	-4	4
M2	G	Dias	195	2	192	-3	3
M2	G	Dias	195	3	191	-4	4

M2	G	Dias	195	4	191	-4	4
M2	G	Dias	195	5	192	-3	3
M2	G	Dias	195	6	192	-3	3
M2	G	Dias	195	7	192	-3	3
M2	G	Dias	195	8	191	-4	4
M2	G	Dias	195	9	192	-3	3
M2	G	Dias	195	10	192	-3	3