

Simulador de Combate DnD – Modelo, Distribuciones y Resultados

Autor: Carlos Solares

Profesor: Juan Andrés García Porres

Repositorio / Código: <https://github.com/signaidy/DnDmodel.git>

Modelo y resultados: Simulador de Combate DnD

Objetivo

- Explicar cómo modelamos cada parte del combate.
- Responder preguntas clave sobre probabilidad de ganar bajo diferentes condiciones.
- Mostrar gráficas comparativas por entre monstruos de diferentes niveles contralas diferentes composición de equipo.

Índice

1. Flujo del combate
2. Componentes y distribuciones
3. Métricas
4. Resultados
5. Supuestos y limitaciones

Flujo del combate

- **Estado inicial:** HP de combatientes, AC, modificadores.
- **Iniciativa:** orden aleatorio por ronda.
- **Turnos:**
 - Tiradas de ataque (hit / miss / crit).
 - Daño (mezcla con inflación en 0; críticos duplican dados).
 - Rasgos (regeneración, aliento, contraataque, invocación).
 - Habilidades de la party (Second Wind, Superioridad, Healer, Rogue, Wizard).
- **Fin:** cuando HP del monstruo ≤ 0 o la party es derrotada.
- **Repetir** muchas veces (Monte Carlo) para estimar probabilidades.

Notación rápida

- $\text{Unif}\{a, \dots, b\}$: uniforme discreta.
- $\text{Bernoulli}(p)$: variable 0/1 con prob. p .
- $\text{Geom}(p)$: n° de ensayos hasta el primer éxito (soporte $1, 2, \dots$).
- $\mathbf{1}\{\cdot\}$: indicador.

Dados base

1dN

$$X \sim \text{Unif}\{1, \dots, N\}$$

$$\mathbb{E}[X] = \frac{N+1}{2}, \quad \text{Var}(X) = \frac{N^2-1}{12}$$

Suma de k dados 1dN

$$\sum_{i=1}^k X_i \text{ (convolución de uniformes; forma poligonal)}$$

$$\mathbb{E} = k \frac{N+1}{2}, \quad \text{Var} = k \frac{N^2-1}{12}$$

Iniciativa

Cada actor obtiene 2 llaves $U_1, U_2 \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$ i.i.d.; se ordena en forma lexicográfica descendente.

- Simetría: si hay m actores, $P(\text{ser primero}) = 1/m$.
- Por equipos:

$$P(\text{party first}) = \frac{M}{M + 1}$$

donde M es nº de miembros de la party activos frente a 1 monstruo.

Ej.: 1v1 $\rightarrow 1/2$; (Guerrero+Healer) vs 1 $\rightarrow 2/3$; party de 4 vs 1 $\rightarrow 4/5$.

Tirada de ataque (d20) — sin ventaja

$$R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$$

- Crítico natural: $P(\text{crit}) = 1/20$.
- Pifia natural: $P(\text{nat1}) = 1/20$.
- Éxito (ignorando nat1 y nat20):

$$P(\text{hit}) = P(R = 20) + P(R \in \{2, \dots, 19\}, R + \text{ATK_MOD} \geq \text{AC}).$$

Tirada de ataque (d20) — con ventaja

$R = \max(R_1, R_2)$, con $R_i \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$ i.i.d.

- $P(R \leq k) = \left(\frac{k}{20}\right)^2$,
 $P(R = k) = \frac{2k-1}{400}$.

- Crítico:

$$P(\text{crit}) = 1 - \left(\frac{19}{20}\right)^2 = 0.0975.$$

- Pifia natural: $P(\text{nat1}) = (1/20)^2 = 1/400$.

(Desventaja sería $R = \min(R_1, R_2)$, análogo, pero no se implementó)

Dado de superioridad (Battlemaster)

$S \sim \text{Unif}\{1, \dots, 10\}$.

Se usa sólo en “near-miss”: si faltan $n \in \{1, \dots, 10\}$ puntos para impactar:

$$\Delta P(\text{hit}) = \sum_{n=1}^{10} P(\text{necesito } n) \cdot P(S \geq n), \quad P(S \geq n) = \frac{11 - n}{10}.$$

Daño de arma y mezcla (cero-inflado)

Sea W el dado de arma (d4..d20).

$$D = \begin{cases} 0 & \text{con prob. } 1 - p_{\text{hit}} \\ 1dW + \text{DMG_MOD} & \text{con prob. } p_{\text{hit}} - p_{\text{crit}} \\ 2dW + \text{DMG_MOD} & \text{con prob. } p_{\text{crit}} \end{cases}$$

Algunos monstruos añaden dados extra en crítico.

Healer (curación por hechizo)

- Cure Wounds (nivel L):

$$k = 1 + \max(0, L - 1), H \sim \sum_{i=1}^k 1d8 + \text{mod}.$$

- Healing Word (nivel L):

$$k = 1 + \max(0, L - 1), H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}.$$

- Mass Healing Word (nivel $L \geq 3$):

$$k = 1 + \max(0, L - 3), H \sim \sum 1d4 + \text{mod por objetivo}.$$

- Second Wind (Guerrero):

$$H \sim 1d10 + \text{nivel} \in \{11, \dots, 20\}.$$

La elección de hechizo y objetivo sigue una **política determinista** (según HP y slots).

Composición con Healer

Escenario: Guerrero L10 + Healer L10 vs 1 monstruo

Orden: iniciativa aleatoria por ronda entre *warrior*, *healer*, *monster*.

$P(\text{party first}) = \frac{2}{3}$ por simetría.

Política de decisión del Healer (por turno)

Determinística, basada en HP y slots disponibles $\{L = 1, \dots, 5\}$.

1. **Ambos heridos** ($w_hp < \max_w$ y $h_hp < \max_h$)

→ si existe slot $L \geq 3$: **Mass Healing Word** al máximo L disponible.

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 3),$$

se aplica a **ambos** (misma tirada por objetivo en el código).

Política de decisión del Healer (por turno)

2. Alguien bajo de vida ($w_hp < 0.5 \cdot \max_w$ o $h_hp < 0.5 \cdot \max_h$)
→ si existe slot: **Cure Wounds** al máximo L disponible sobre el más dañado
(en 2v1: el de menor HP absoluto).

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d8 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 1).$$

Política de decisión del Healer (por turno)

3. Hay heridos pero no “bajos”

→ **Healing Word** priorizando slots bajos (si hay $L \leq 2$, usar el mayor de ellos; si no, usar el mayor L disponible).

Objetivo: el de menor HP absoluto.

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 1).$$

Política de decisión del Healer (por turno)

4. Ambos a tope (sin heridos)

→ Ataque de arma del Healer:

- Tirada: $R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$.

$$P(\text{crit}) = 1/20, \quad P(\text{nat1}) = 1/20.$$

- Impacta si $R = 20$ o $R + \text{ATK_MOD} \geq \text{AC}_{\text{efectivo}}$.

- Daño:

$$D = \begin{cases} 0 & (\text{fallo}) \\ 1d6 + \text{DMG_MOD} & (\text{hit sin crit}) \\ 2d6 + \text{DMG_MOD} & (\text{crítico}) \end{cases}$$

Política de decisión del Healer (por turno)

Consumo de slots: cada conjuro gasta exactamente 1 slot del nivel elegido (se toma el **más alto** que cumpla la regla en 1) y 2), y el **más bajo posible** en 3) si hay $L \leq 2$).

Selección de objetivo en 2) y 3): en 2v1, si $w_hp \leq h_hp$ se cura al Guerrero; en caso contrario, al Healer.

Distribuciones usadas en esta composición

- To-hit (Healer): $R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$; evento de impacto:

$$P(\text{hit}) = P(R = 20) + P(R \in \{2, \dots, 19\}, R + \text{ATK_MOD} \geq \text{AC}_{\text{efectivo}}).$$

- Curaciones:

- *Cure Wounds*: suma de uniformes discretas $1d8$ ($k = 1 + \max(0, L - 1)$) + mod.
- *Healing Word*: suma de uniformes discretas $1d4$ ($k = 1 + \max(0, L - 1)$) + mod.
- *Mass Healing Word*: suma de uniformes $1d4$ ($k = 1 + \max(0, L - 3)$) + mod a cada objetivo.

Distribuciones usadas en esta composición

- **Decisión de hechizo/ataque:** no aleatoria; es una política **determinística** (árbol de reglas de arriba).
- **Monstruo:** mantiene sus distribuciones (multiataque, aliento = $\sum 1dD$ con salvación Bernoulli para mitad, recarga geométrica, etc.) idénticas al resto de escenarios.

Notas de implementación (resumen del código)

```
if ambos_heridos and slot(L>=3):  
    usar Mass Healing Word al L más alto  
elif alguien_muy_bajo and slot(cualquiera):  
    usar Cure Wounds al L más alto sobre quien tenga menor HP  
elif alguien_herido and slot:  
    usar Healing Word (prefiere L<=2; si no hay, el mayor L)  
else:  
    atacar con arma (1d20 para impactar; daño 1d6 [+mod], crítico duplica dados)
```

Party completa (extra)

- Se añaden:
 - **Rogue** con Steady Aim, Sneak Attack, Uncanny Dodge.
 - **Wizard** con slots, Magic Missile / Chromatic Orb / Fire Bolt, y **Shield**.
- Distribuciones: ver slides anteriores (daño por dados, Bernoulli de hit/crit, mezcla por crítico, Geom. para recarga de alientos, gating para Shield).
- El monstruo **elige objetivo** con heurística determinista (HP más bajo, prioridades).

Rogue

- To-hit: como antes (con posible ventaja por Steady Aim).
- Daño base: $1d8 + \text{DMG_MOD}$.
- Sneak Attack: S dados d6 (aquí $S = 5$); en crítico se **duplican todos** los dados:

$$D_{\text{crit}} = 2d8 + 2S \cdot d6 + \text{DMG_MOD}.$$

- Uncanny Dodge: primer golpe **no crítico** recibido en la ronda se **divide a la mitad** (transformación determinista sobre la muestra).

Wizard

- **Magic Missile (nivel L):** n° dardos = $L + 2$.
Cada dardo $X \sim (1d4 + 1)$. Total $T = \sum X_i$.
Si hay resistencia automática q : $T' = \lfloor (1 - q)T \rfloor$.
- **Chromatic Orb (nivel L):**
 $T \sim \sum_{i=1}^{L+2} 1d8$ (doblar n° de dados en crítico).
- **Fire Bolt** (cantrip a nivel 10 en este modelo):
normal = $2 \times 1d10$, crítico = $4 \times 1d10$.
- **Shield:** anula golpes dentro del rango $[\text{AC}, \text{AC} + 5)$ si hay slot (gating inducido por la tirada enemiga).

Rasgos de Monstruo

- **Multiataque:** repeticiones i.i.d. del esquema hit/daño.
- **Aliento / AoE:**

$$B \sim \sum_{i=1}^N 1dD, \quad \text{daño a cada objetivo} = \begin{cases} B & \text{si falla la salvación} \\ \lfloor B/2 \rfloor & \text{si la supera} \end{cases}$$

Si hay **cargas** disponibles, se puede aplicar $\times 2$ si eso mata (decisión determinista).

Rasgos de Monstruo

- Recarga (p. ej. "5–6"): por turno

$$R \sim 1d6, \quad P(\text{listo}) = \frac{2}{6}, \quad \text{tiempo de espera} \sim \text{Geom}\left(\frac{2}{6}\right).$$

- Regeneración: +HP determinista por turno.
- Counter on miss: ataque estándar cuando el rival falla.
- Invocar lobo: se activa al cruzar umbral de HP; luego T turnos de daño $1dD + \text{MOD}$.

Métricas que estimamos (por combinación de dado y composición)

Para cada simulación guardamos flags y medidas; a partir de n repeticiones:

- **Baseline:** $\hat{p}_0 = P(\text{win})$.

- **Condicionadas:**

$$\hat{p}_{\text{PF}} = P(\text{win} \mid \text{party first}), \quad \hat{p}_{\text{FC}} = P(\text{win} \mid \text{primer ataque crit}).$$

Métricas que estimamos (por combinación de dado y composición)

- Impactos marginales (deltas):

$$\Delta_{\text{miss1}} = P(\text{win} \mid \text{fallé primer ataque}) - \hat{p}_0, \quad \Delta_{\text{recibí crit1}} = P(\text{win} \mid \text{recibí crit en turno 1}) - \hat{p}_0.$$

- Rachas de críticos (longitudes consecutivas > 0): mínimo, máximo, promedio.

Estimación Monte Carlo y errores

Sea $\hat{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{1}\{\text{evento}_i\}$.

Para n grande, por CLT:

$$\hat{p} \approx \mathcal{N}\left(p, \frac{p(1-p)}{n}\right), \quad \text{IC 95\%} \approx \hat{p} \pm 1.96 \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}.$$

Diferencias de proporciones $\hat{p}_a - \hat{p}_b$: aproximación normal con varianza suma (si independientes) o teniendo en cuenta covarianza (si comparten muestra).

Preguntas clave que respondemos

- ¿Cuál es la probabilidad de ganar contra el monstruo?
- $P(\text{win})$.
- ¿Cuál es la probabilidad de ganar dado que la party ataca primero?
- $P(\text{win} \mid \text{party first})$.
- ¿Cuál es la probabilidad de ganar dado que mi primer ataque fue crítico?
- $P(\text{win} \mid \text{primer ataque crítico})$.


(Todos estos valores aparecen en los CSV y en las gráficas por métrica.)

Preguntas clave que respondemos

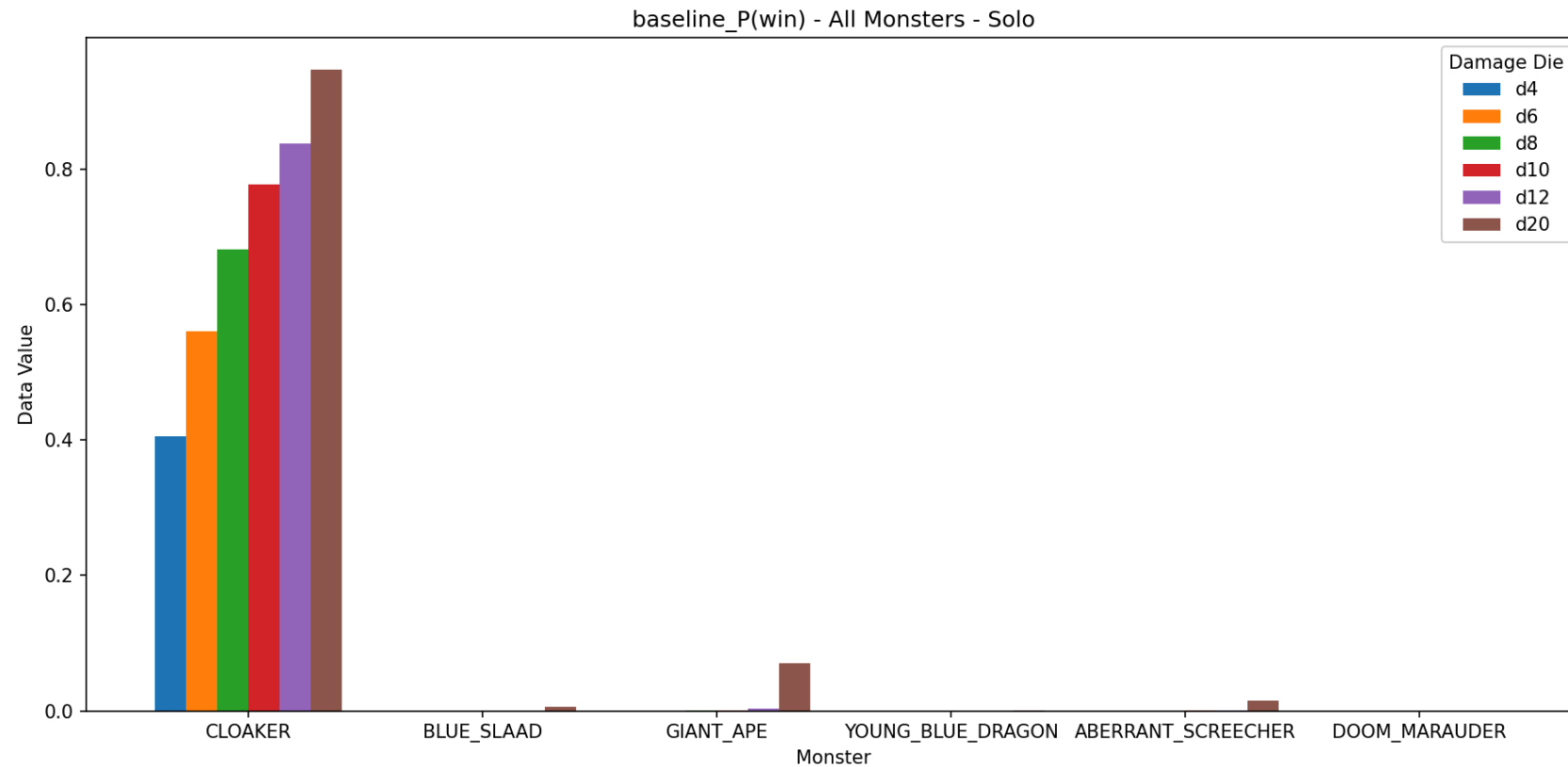
- ¿En cuánto **disminuye** mi probabilidad de ganar si **fallo el primer ataque**?
- $\Delta_{\text{miss1}} = P(\text{win} \mid \text{fallo primer ataque}) - P(\text{win})$.
- ¿En cuánto **disminuye** mi probabilidad de ganar si **recibo un crítico en el primer turno**?
- $\Delta_{\text{recibí crit1}} = P(\text{win} \mid \text{recibir crit en turno 1}) - P(\text{win})$.
- ¿Cuál es el **mínimo, máximo y promedio (>0)** de **rachas de críticos consecutivos**?

(Todos estos valores aparecen en los CSV y en las gráficas por métrica.)

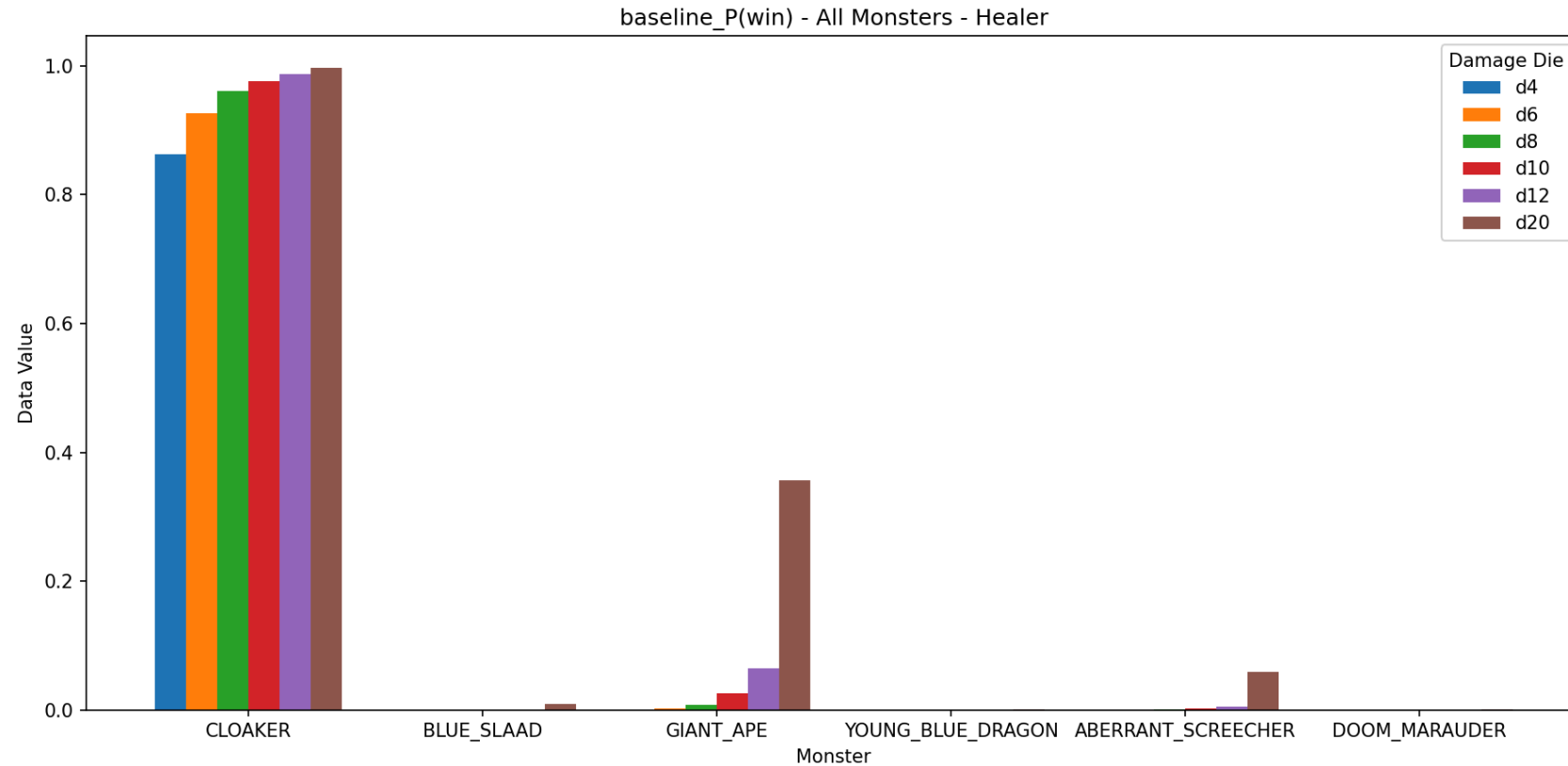
Gráficas entre monstruos

- Eje X: monstruo.
- Barras por X: una barra por **dado** (colores fijos por dado).
- Series: una figura por **métrica** y **composición** (Solo / Healer / Party).
- Leyenda: color  dado (d4, d6, ...).

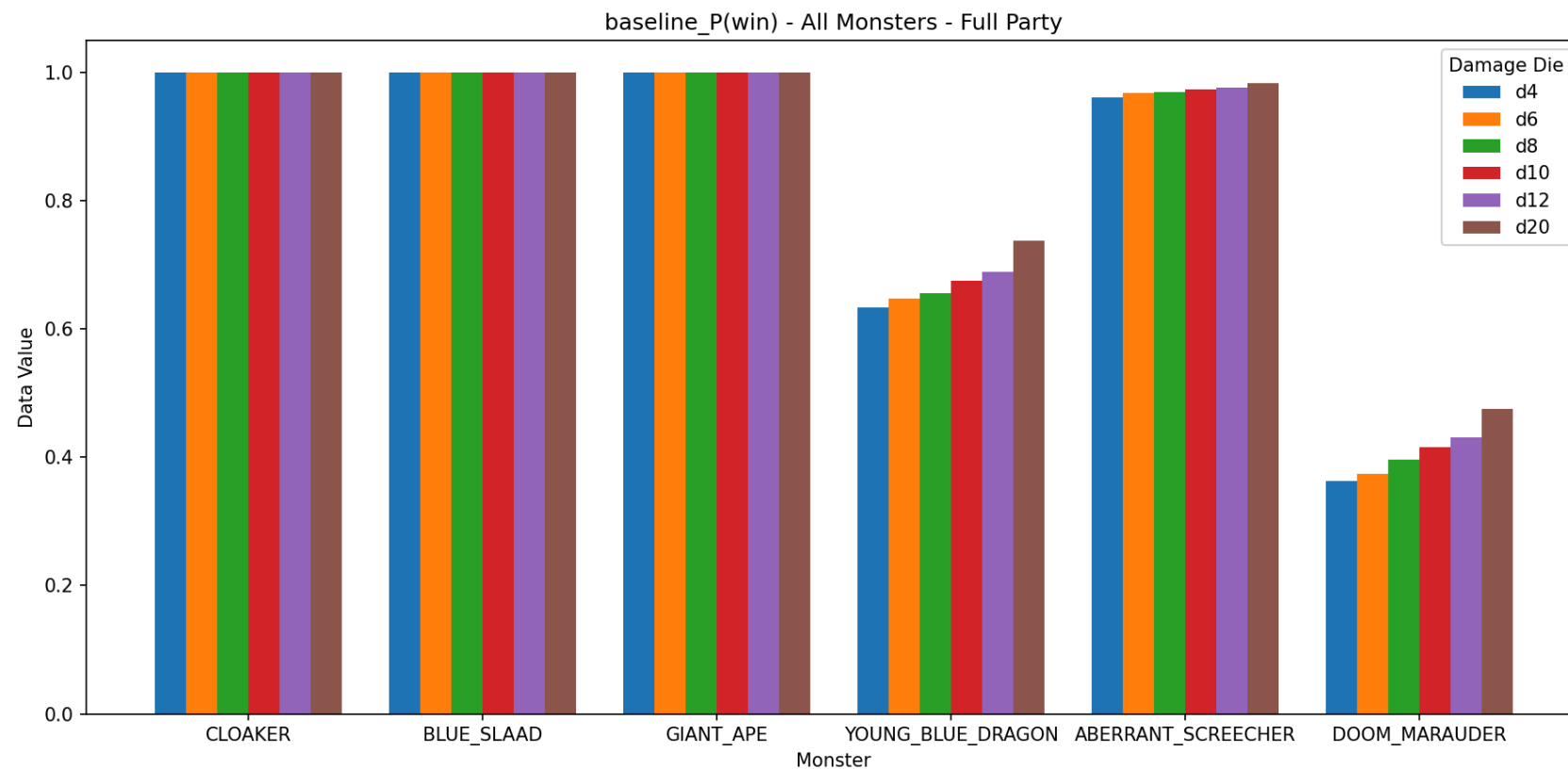
Comparativa — Prob. base de victoria (Solo)



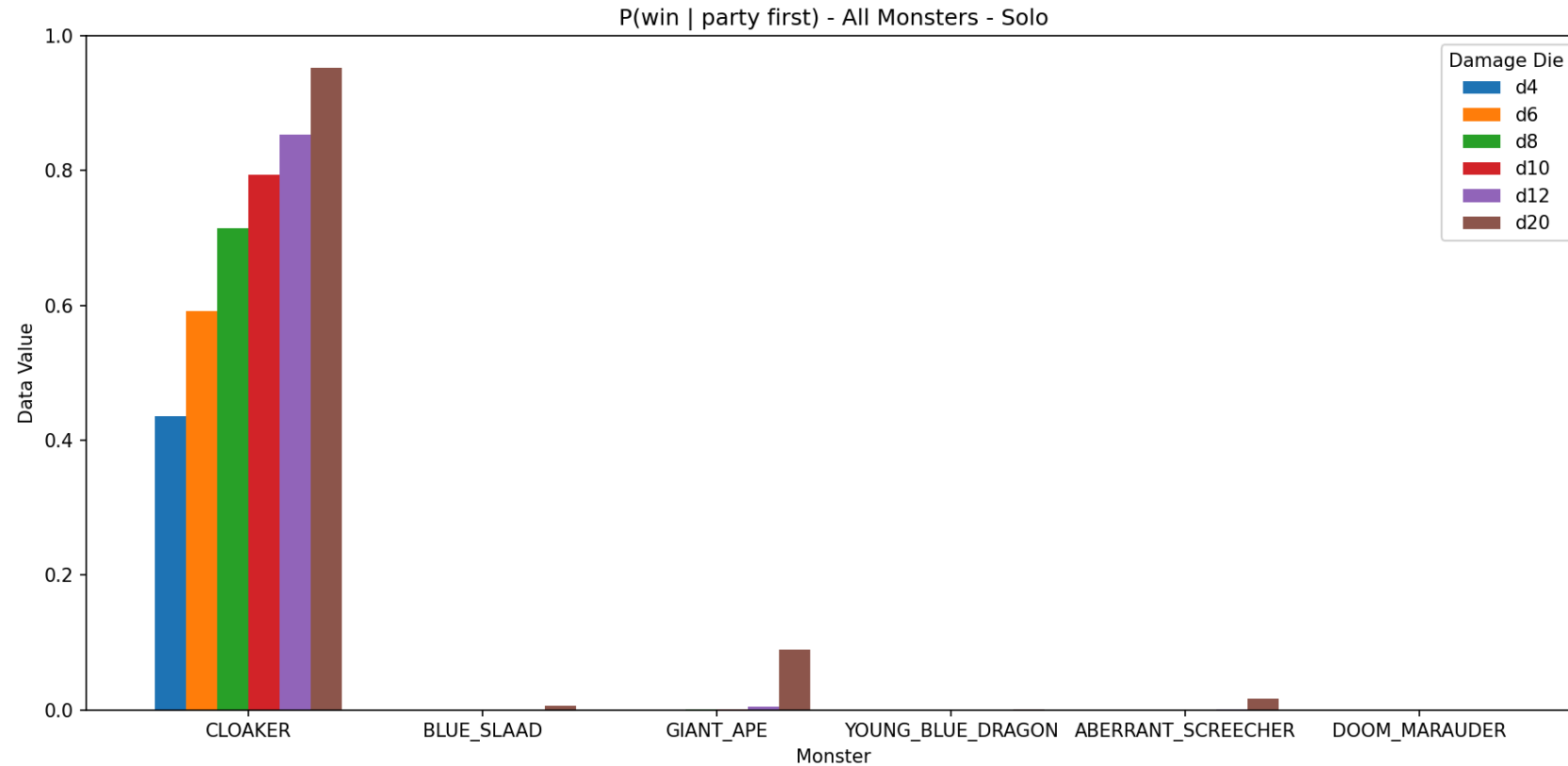
Comparativa — Prob. base de victoria (Healer)



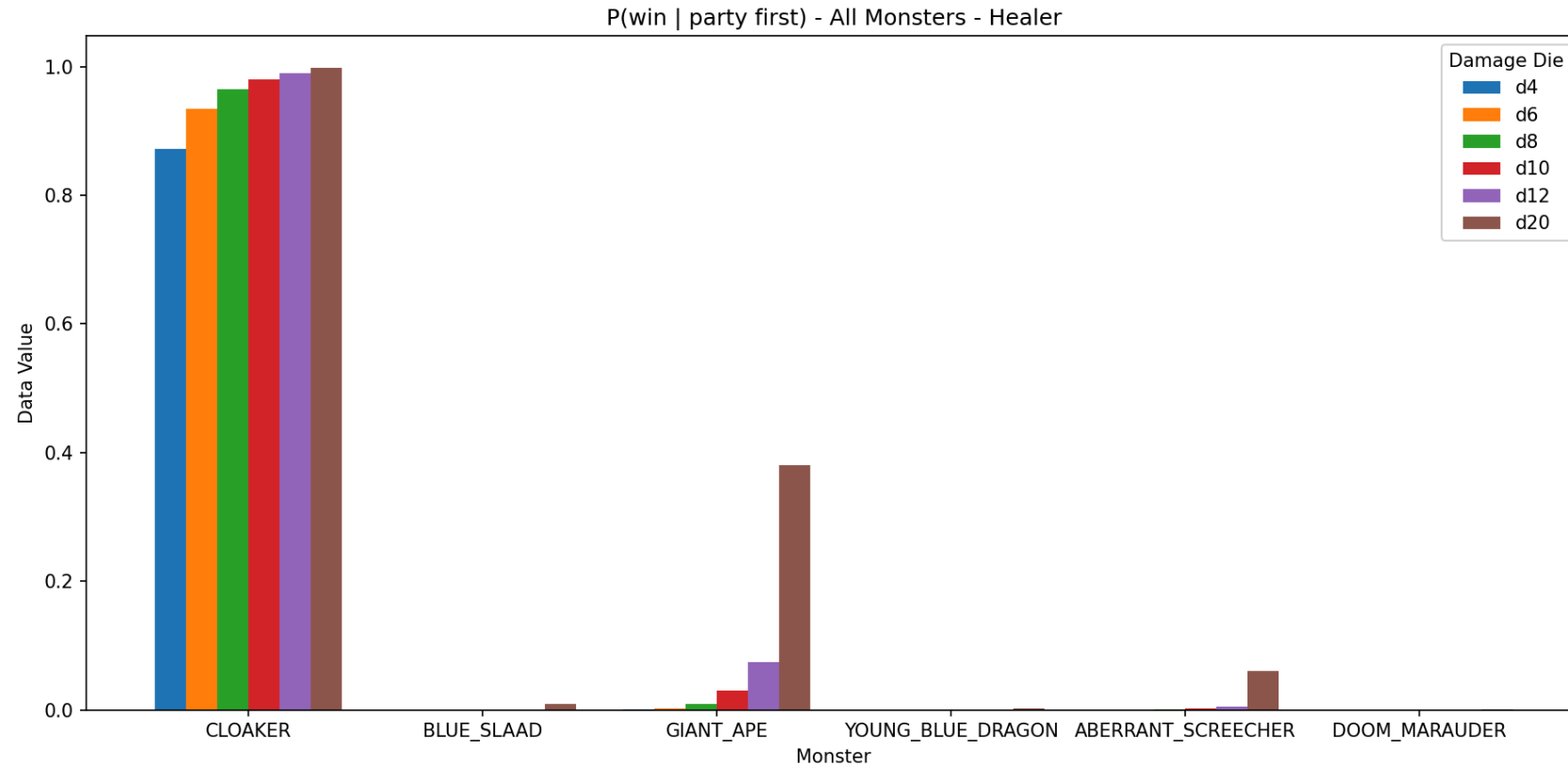
Comparativa — Prob. base de victoria (Party)



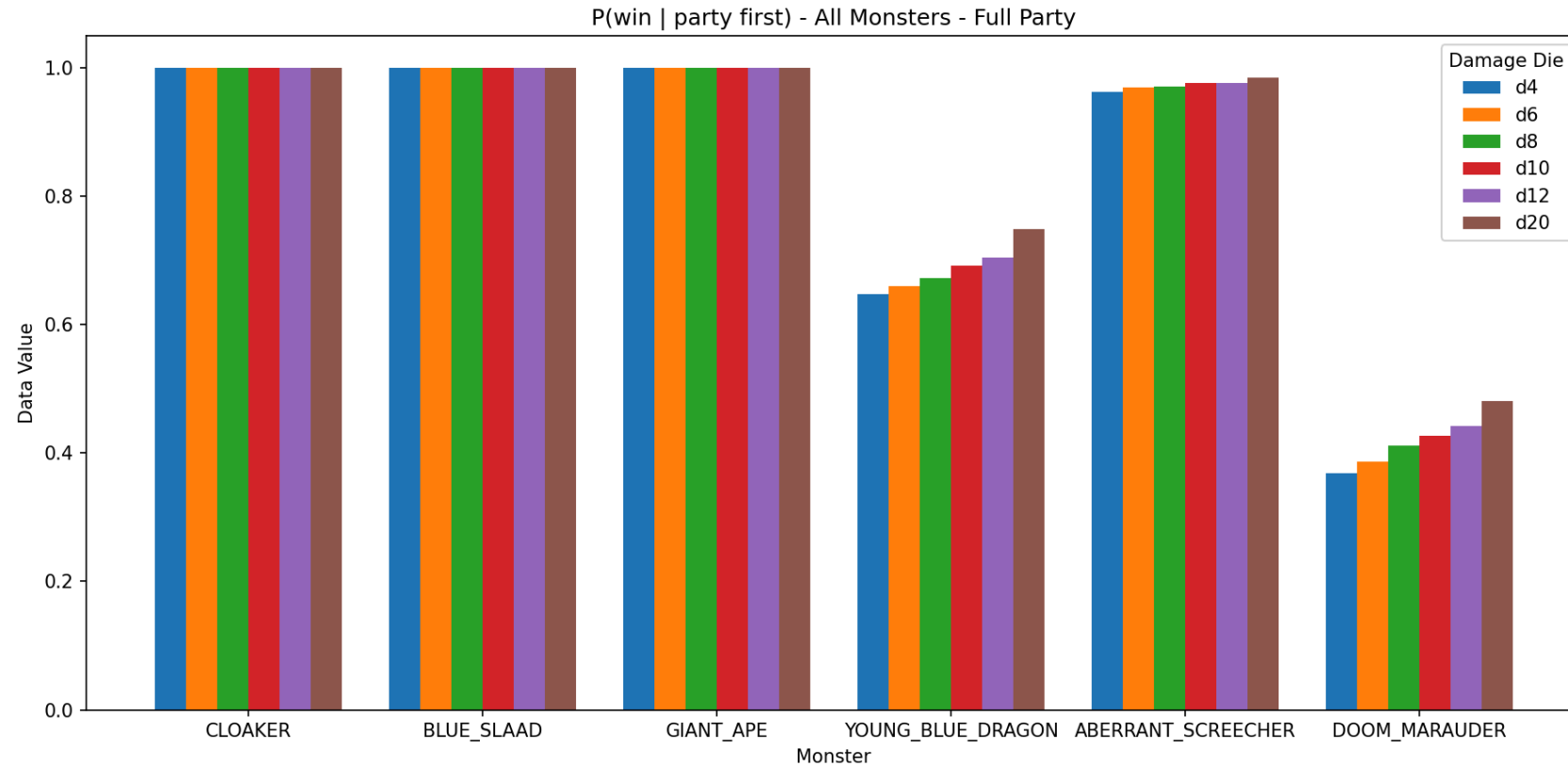
Comparativa — Prob. de ganar | party first (Solo)



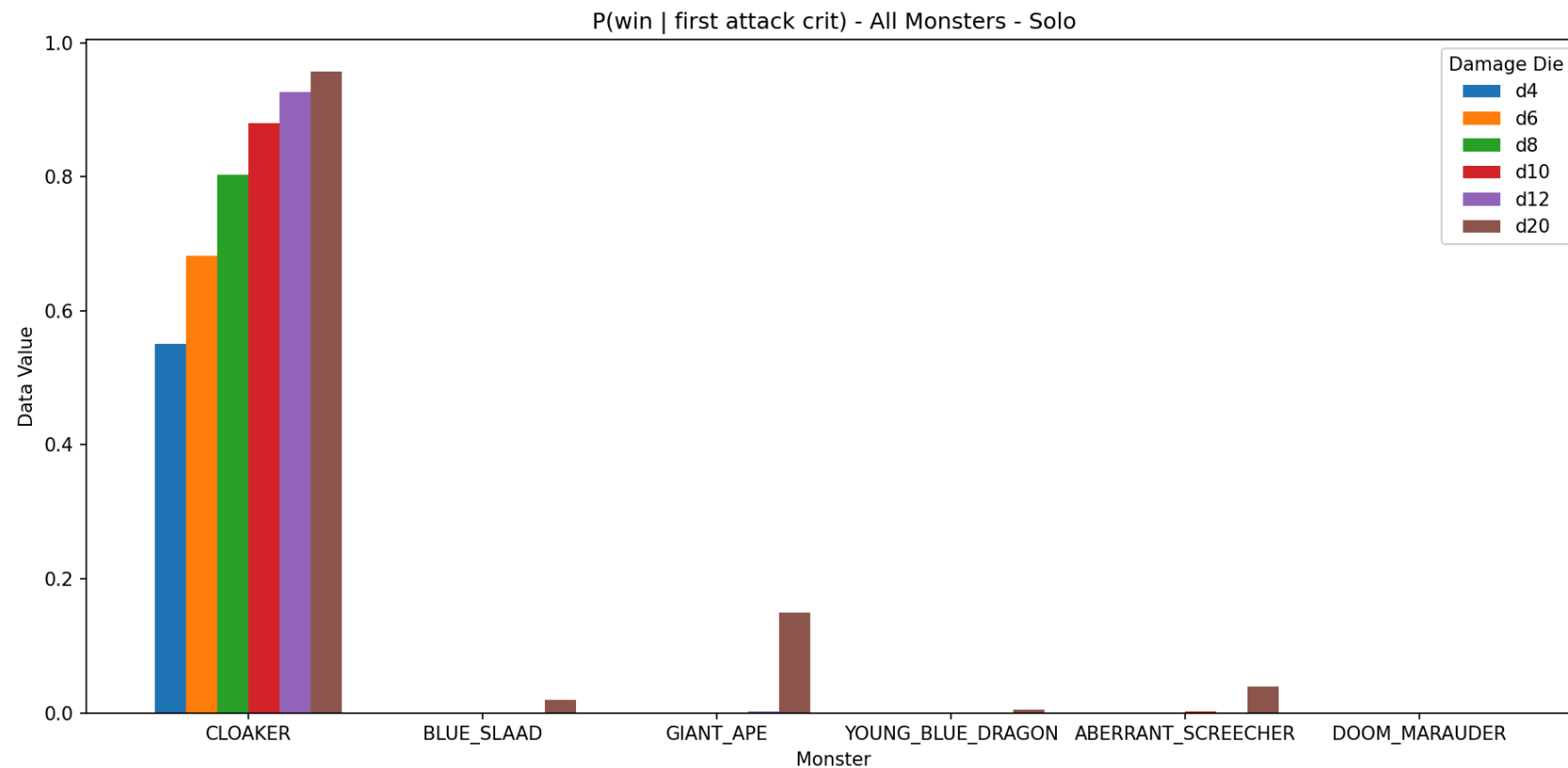
Comparativa — Prob. de ganar | party first (Healer)



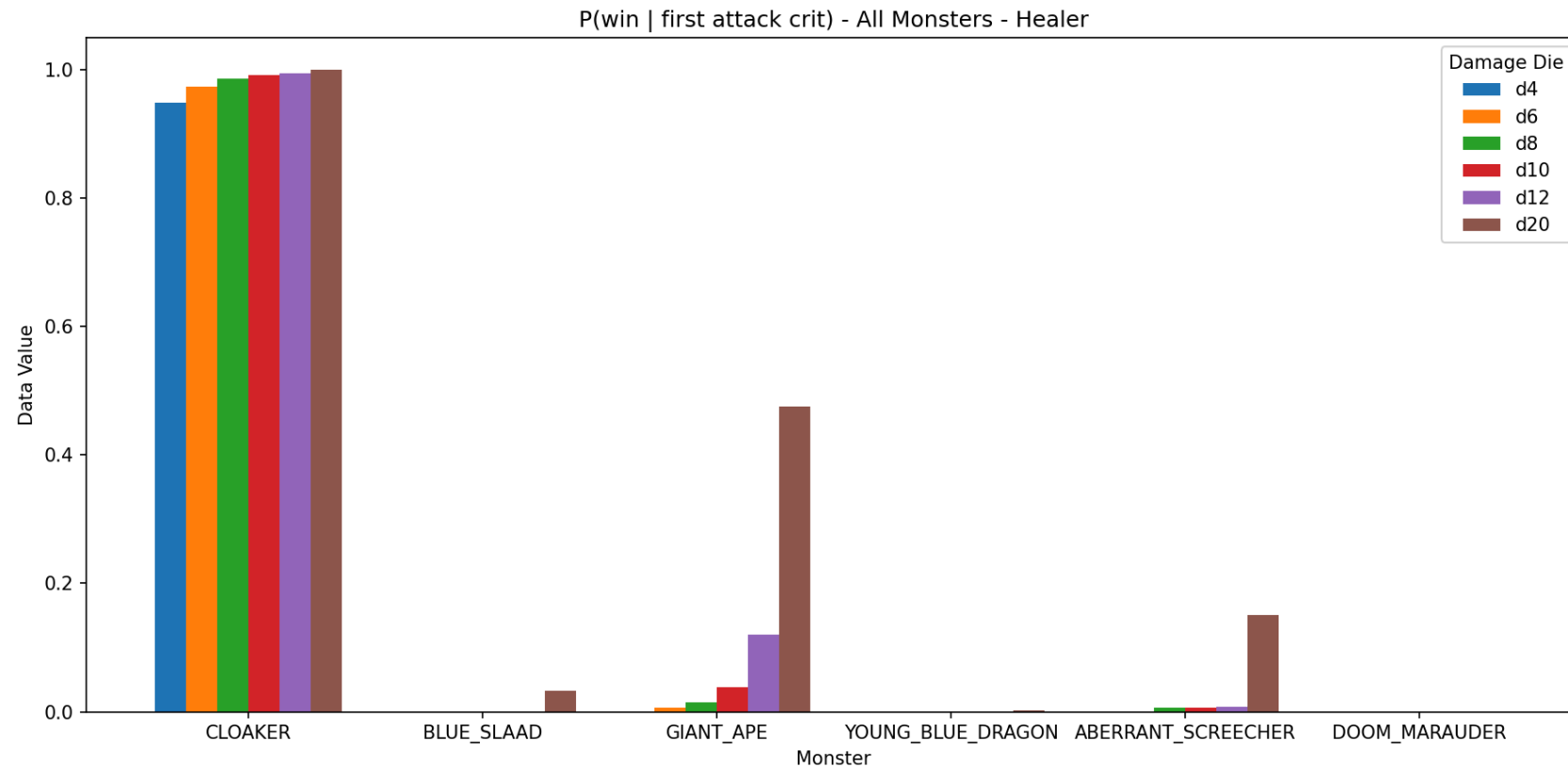
Comparativa — Prob. de ganar | party first (Party)



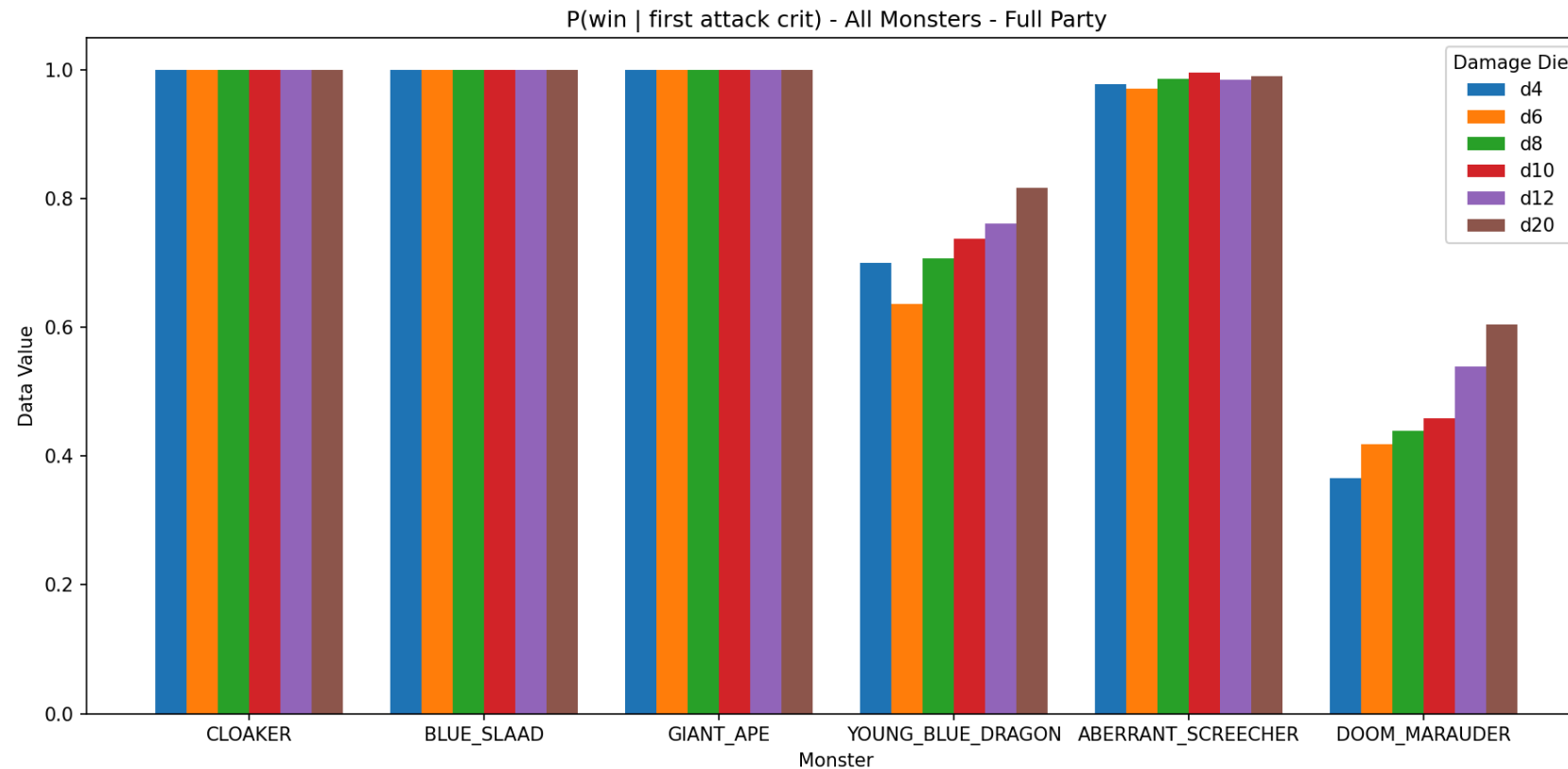
Comparativa — Prob. de ganar | primer ataque crítico (Solo)



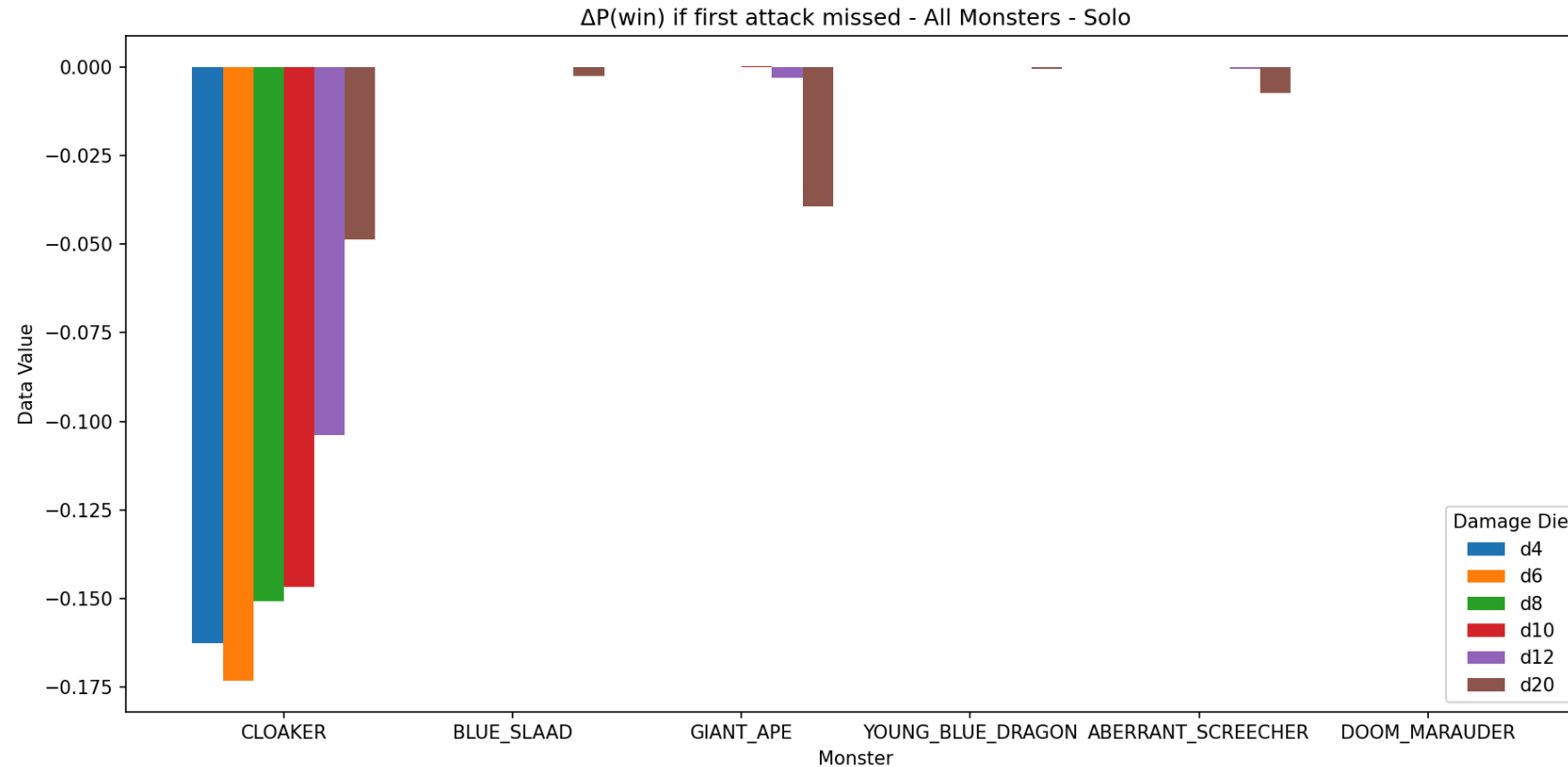
Comparativa — Prob. de ganar | primer ataque crítico (Healer)



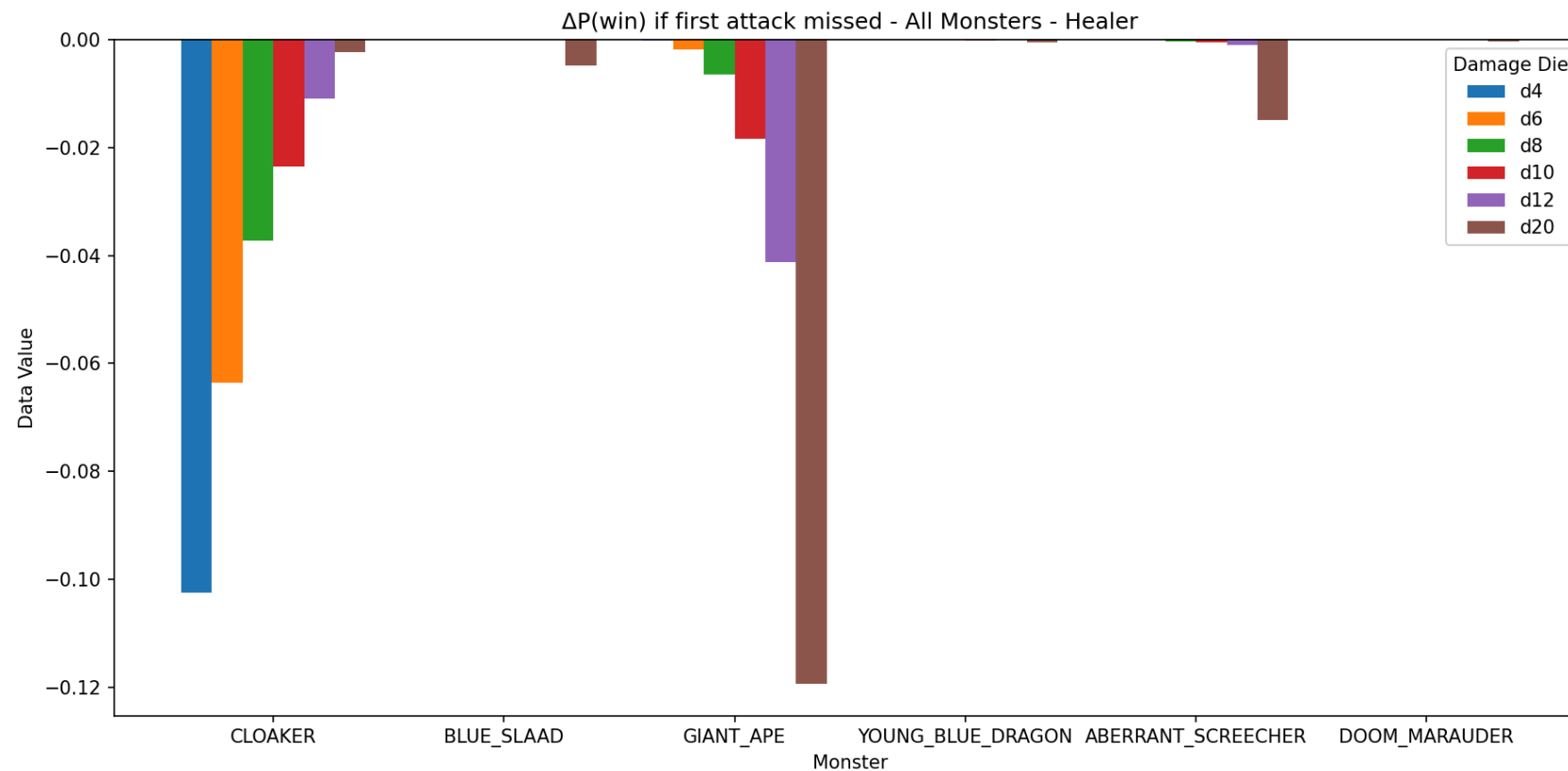
Comparativa — Prob. de ganar | primer ataque crítico (Party)



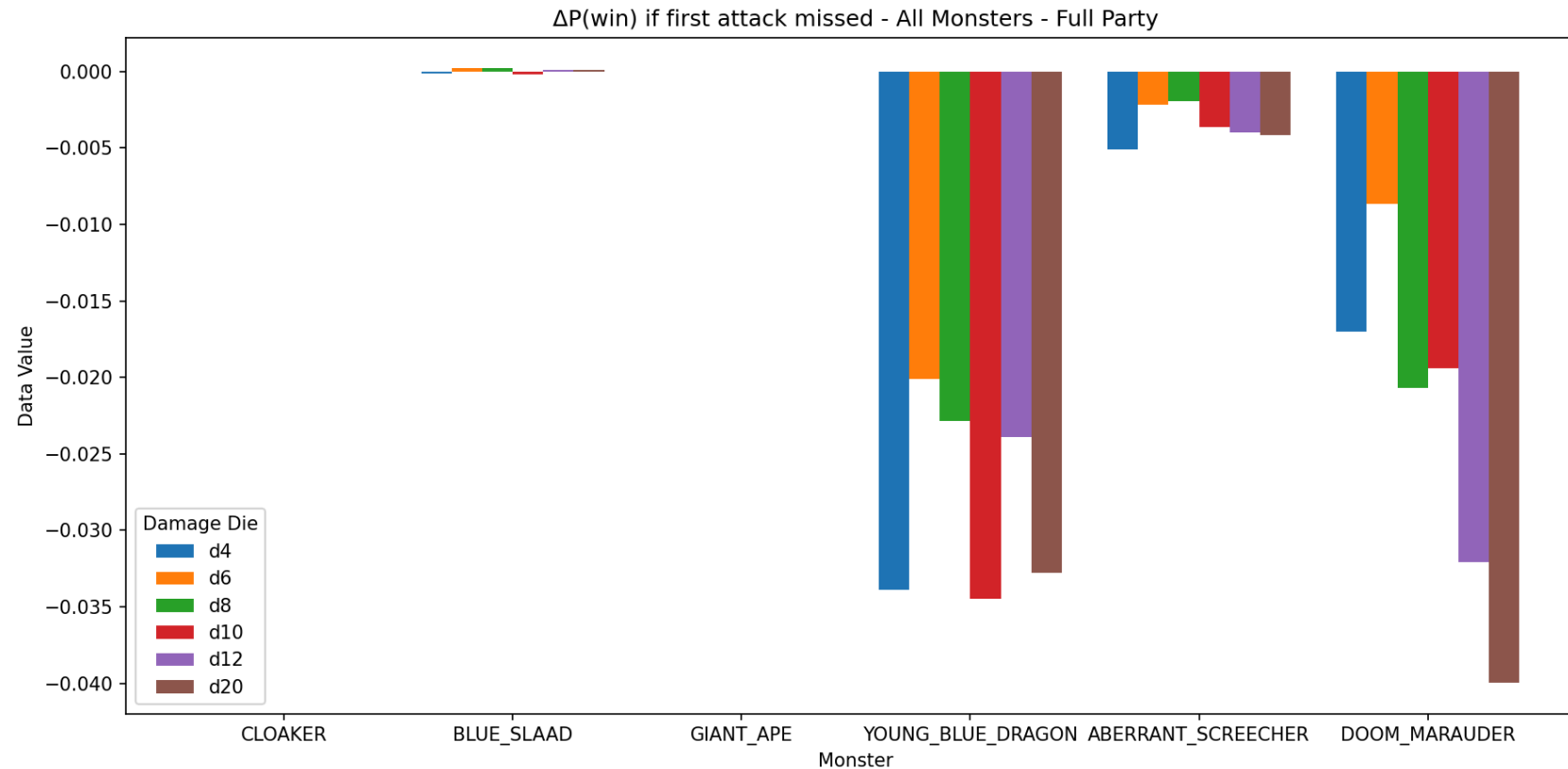
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si fallo primer ataque (Solo)



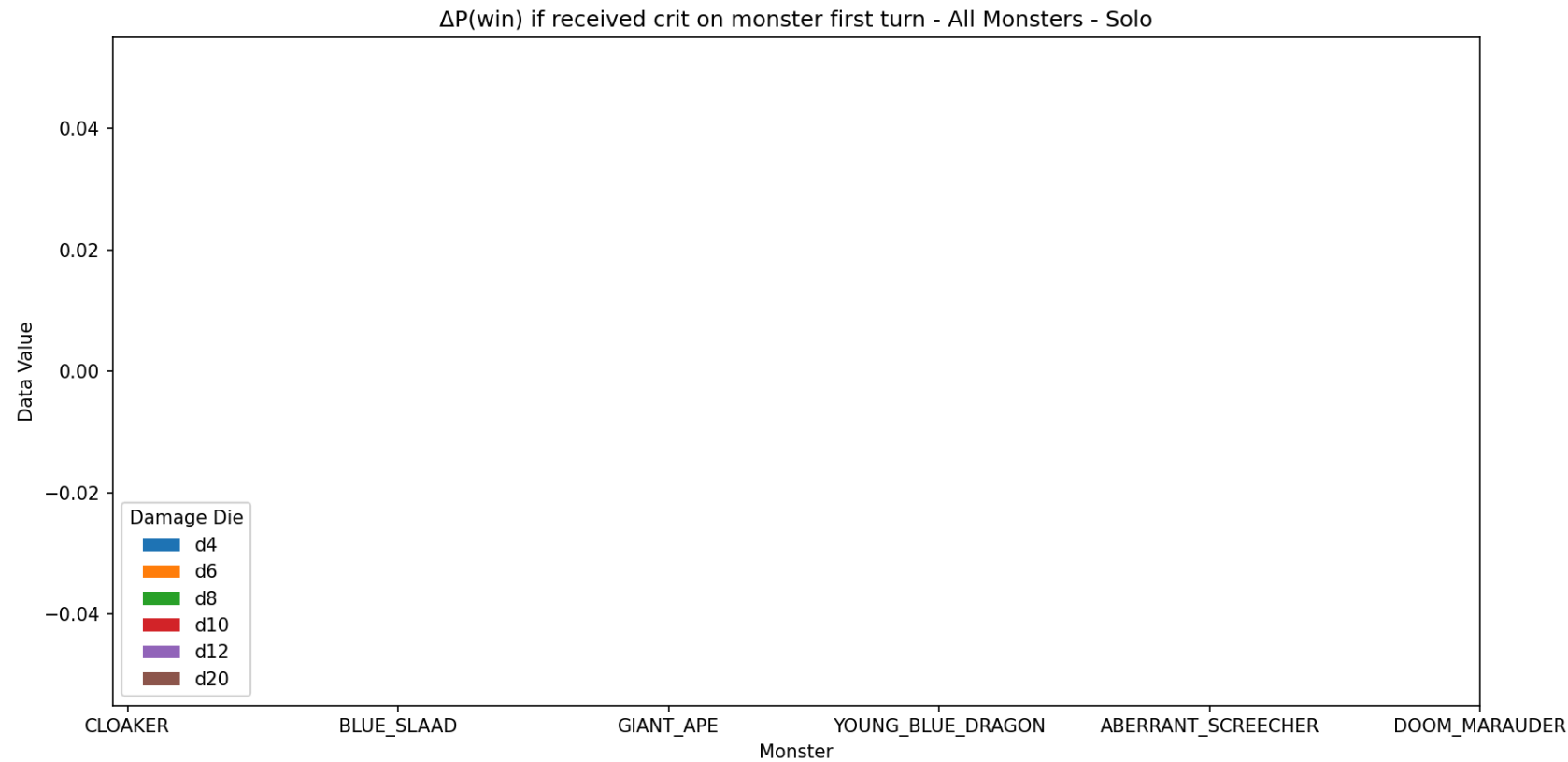
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si fallo primer ataque (Healer)



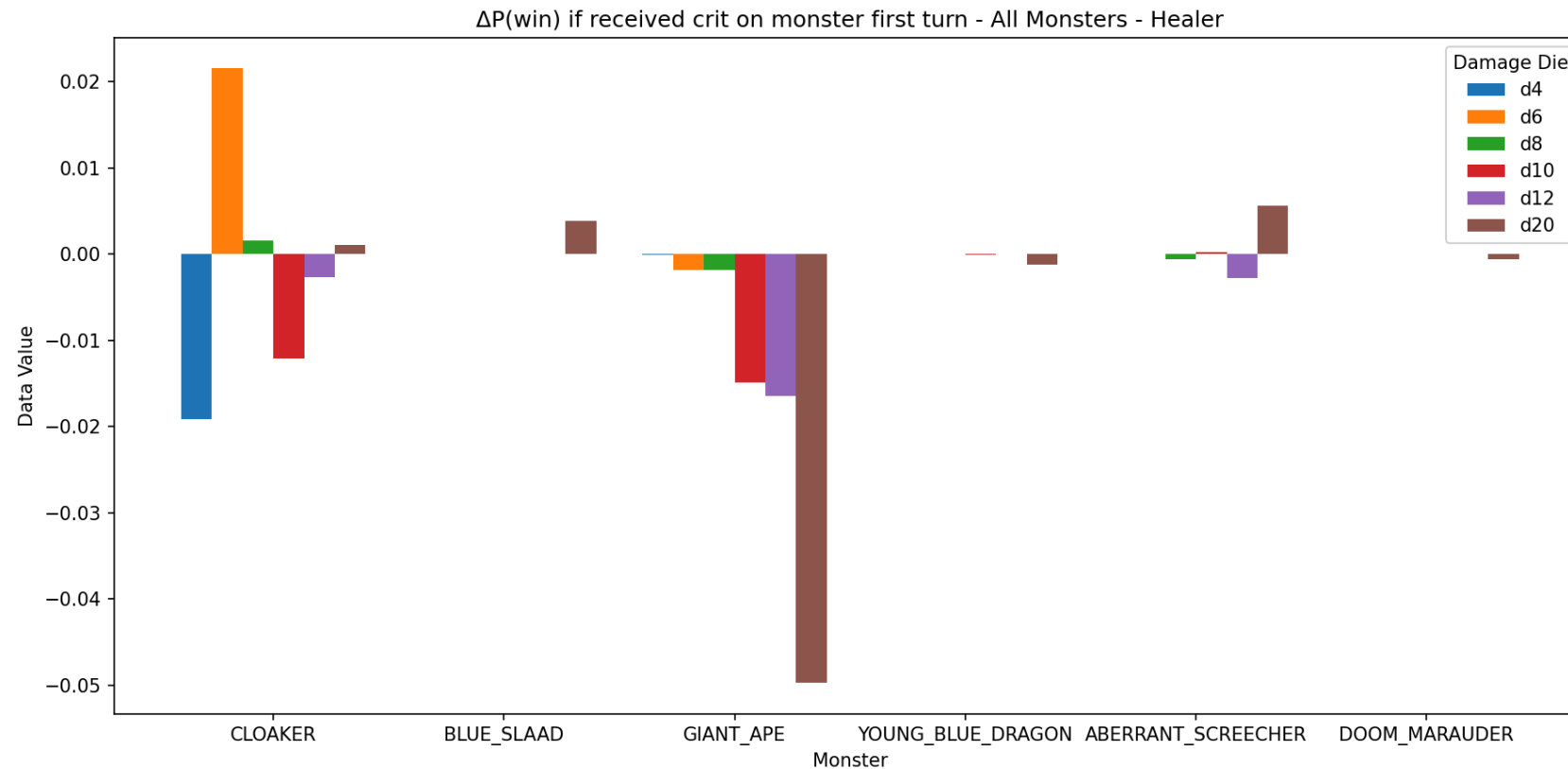
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si fallo primer ataque (Party)



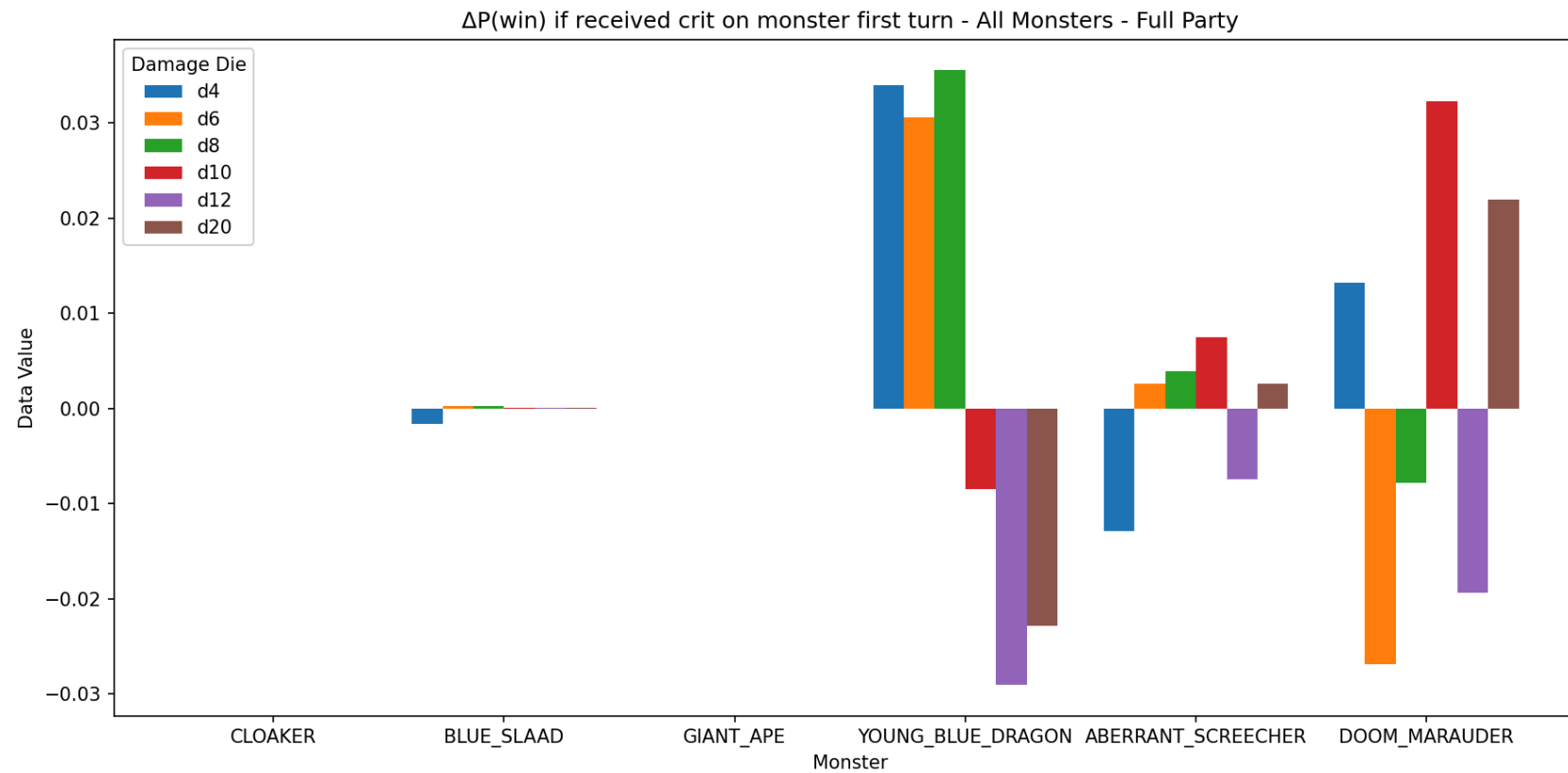
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si recibo crit en turno 1 (Solo)



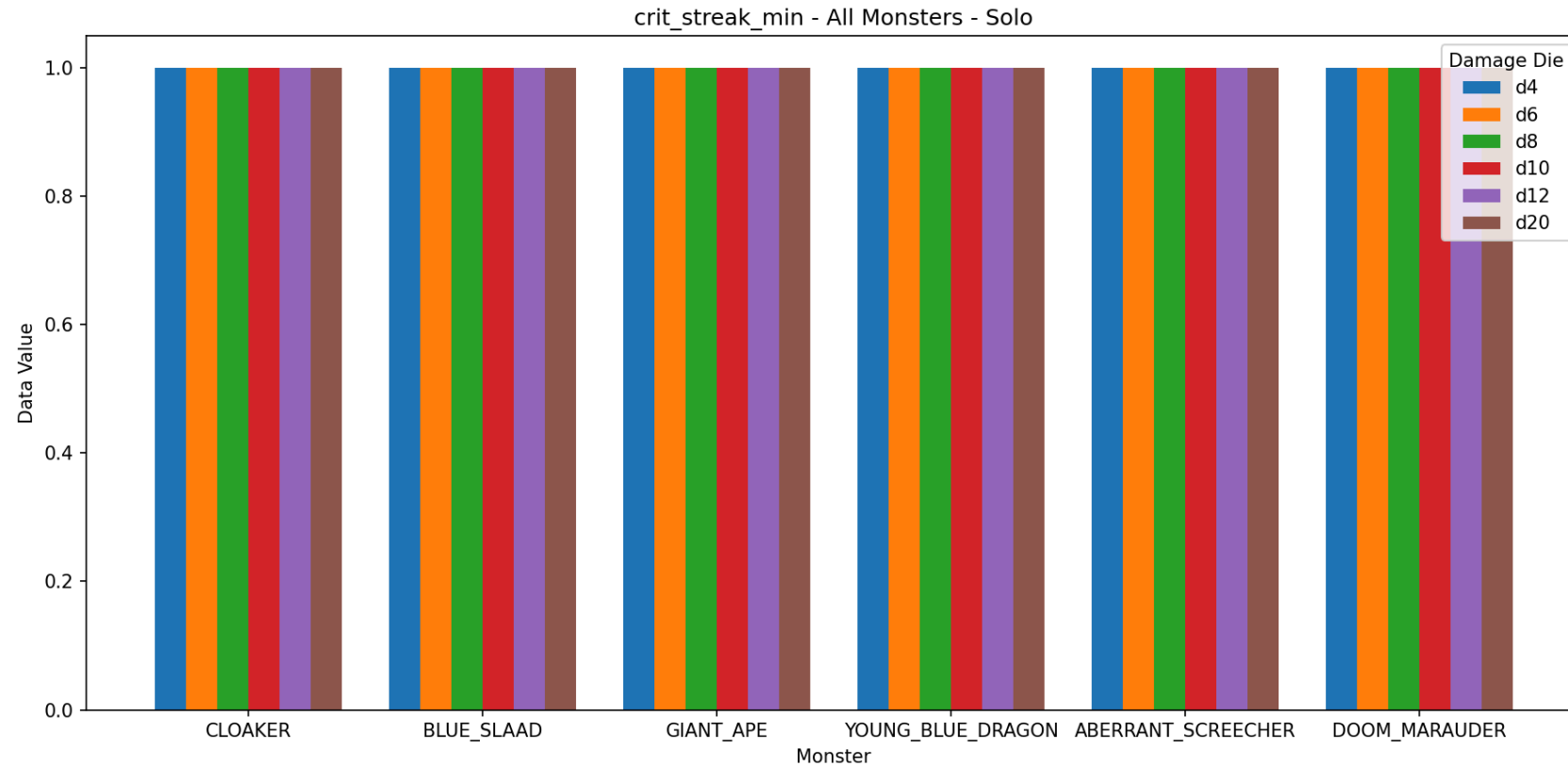
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si recibo crit en turno 1 (Healer)



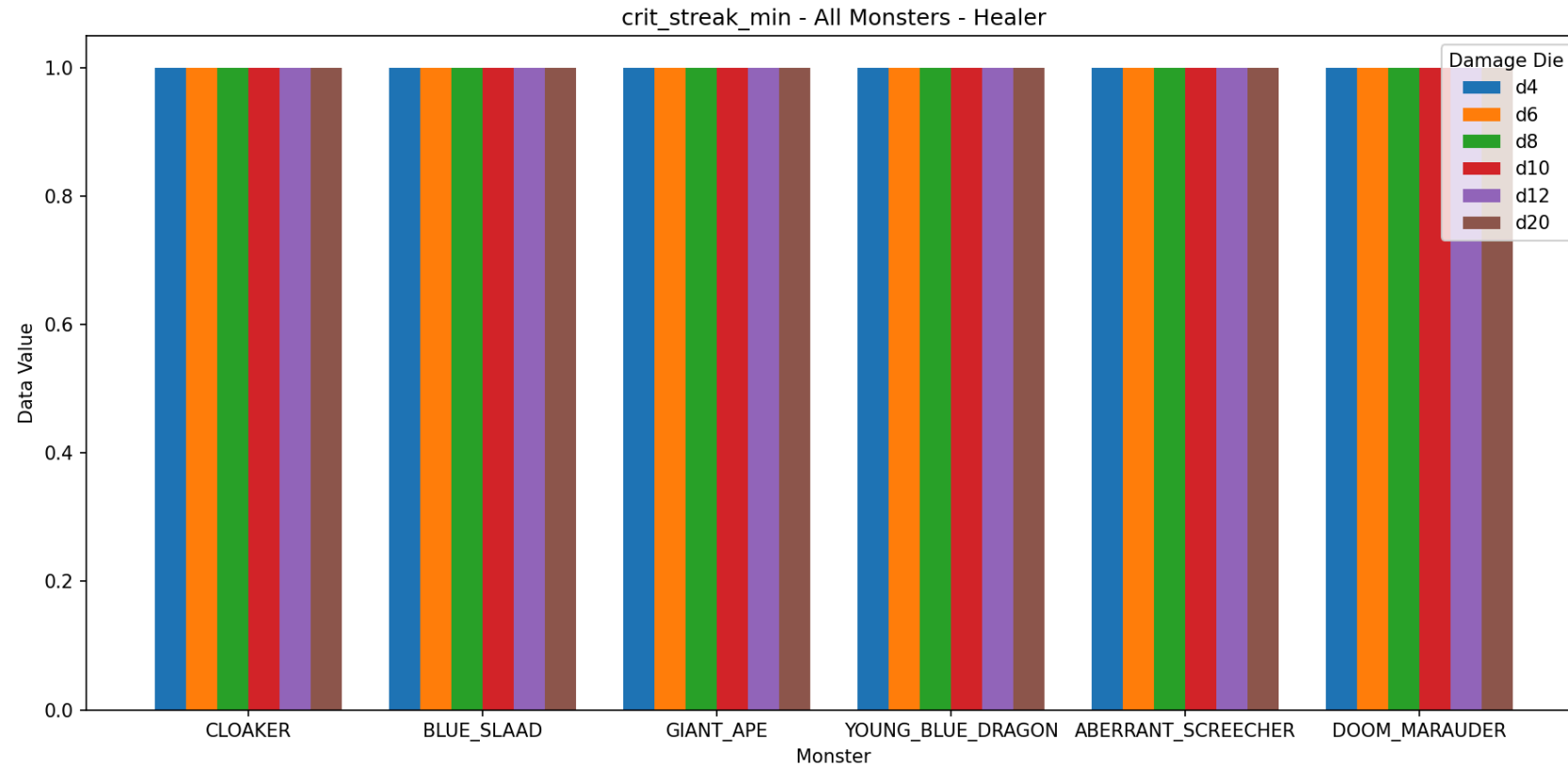
Comparativa — $\Delta P(\text{win})$ si recibo crit en turno 1 (Party)



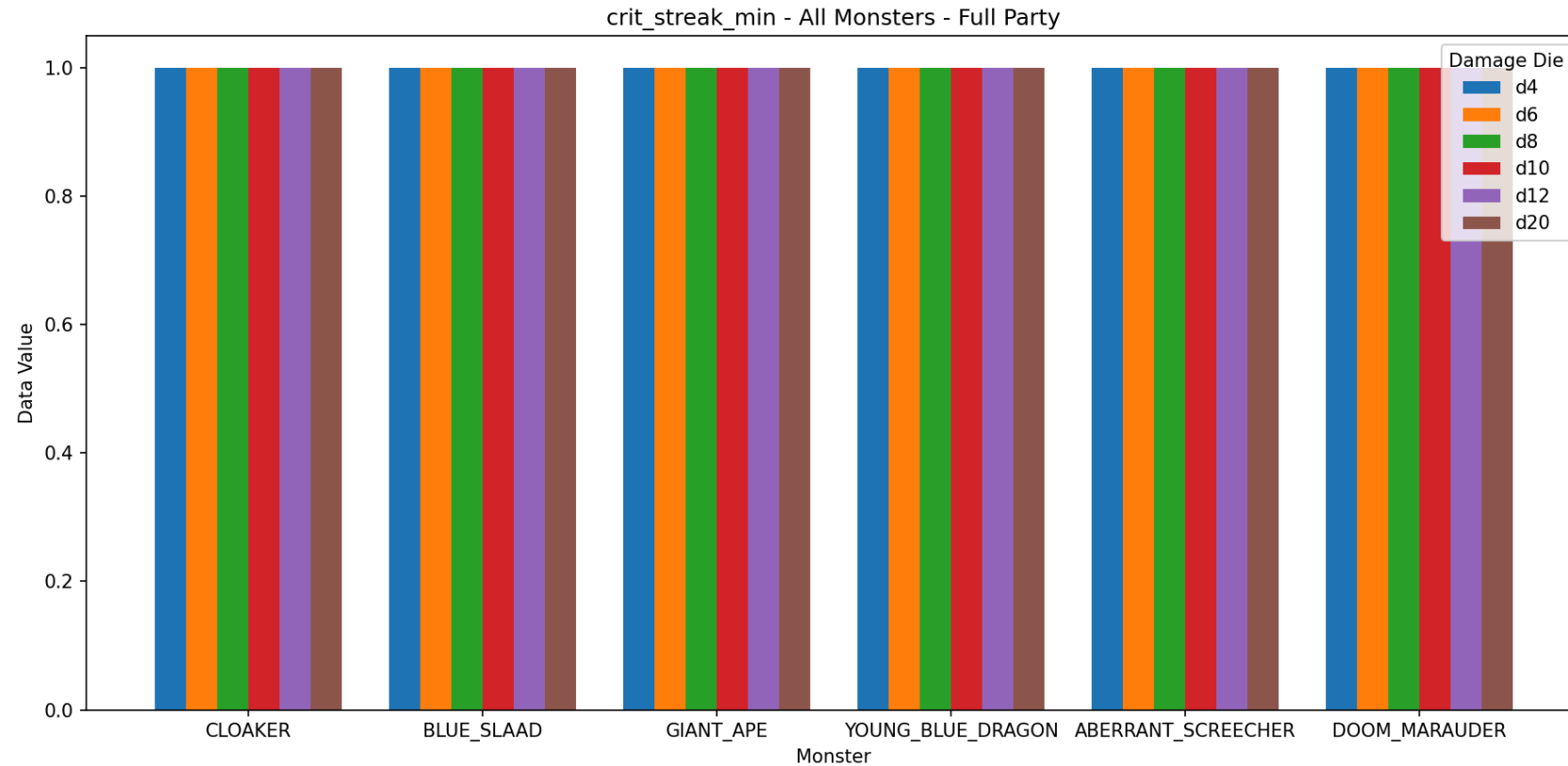
Comparativa — Racha de críticos (mínimo) — Solo



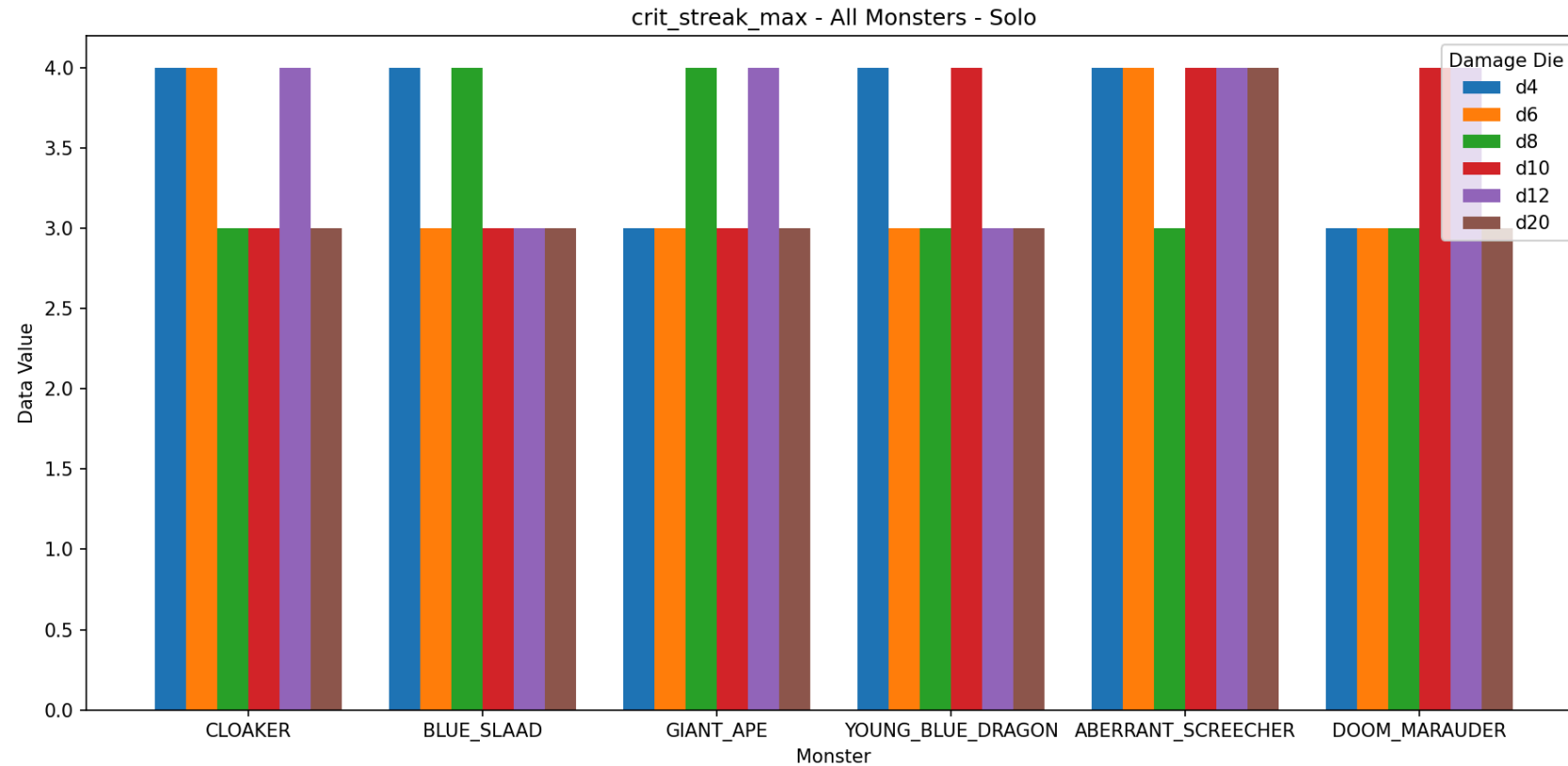
Comparativa — Racha de críticos (mínimo) — Healer



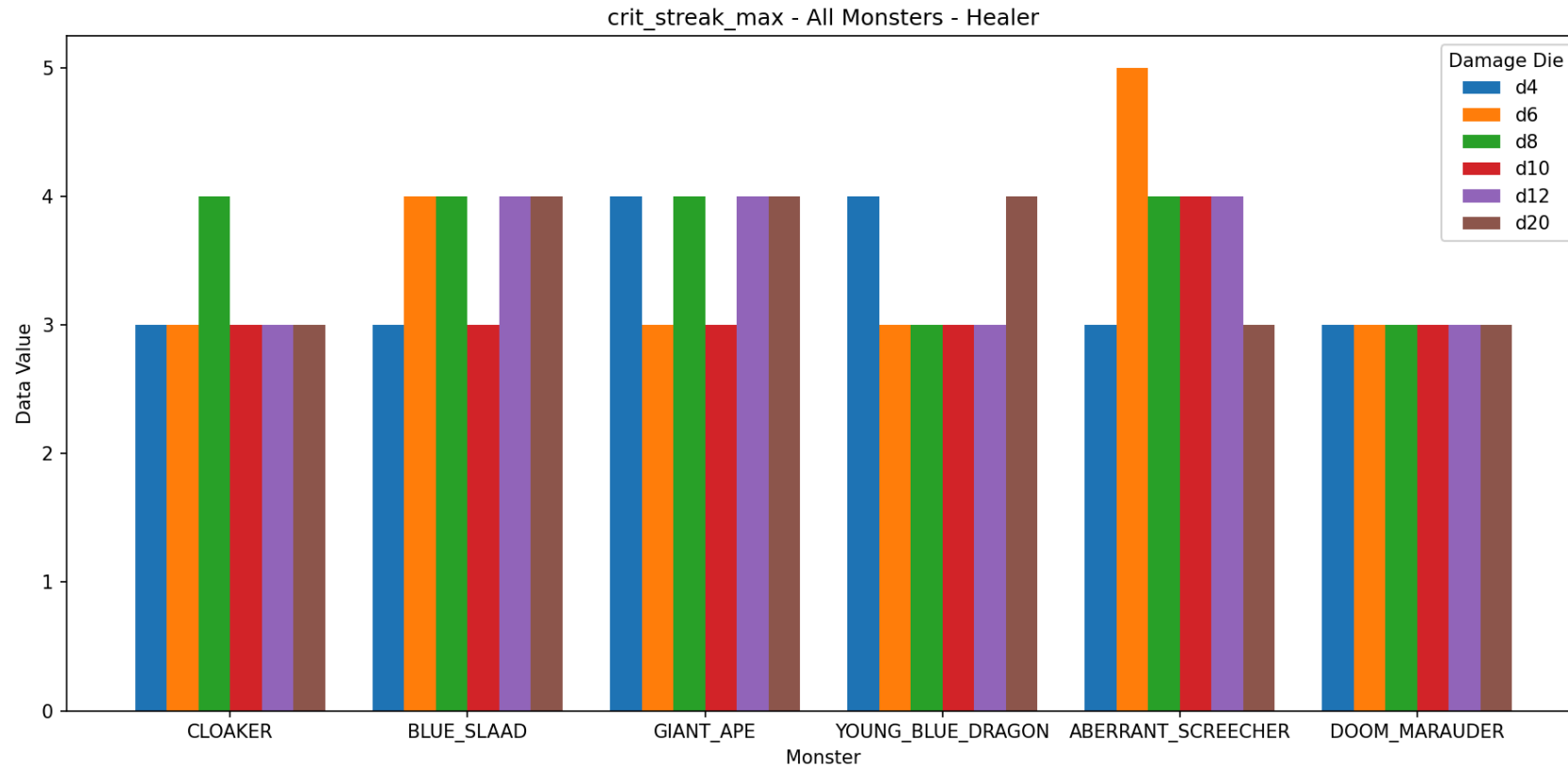
Comparativa — Racha de críticos (mínimo) — Party



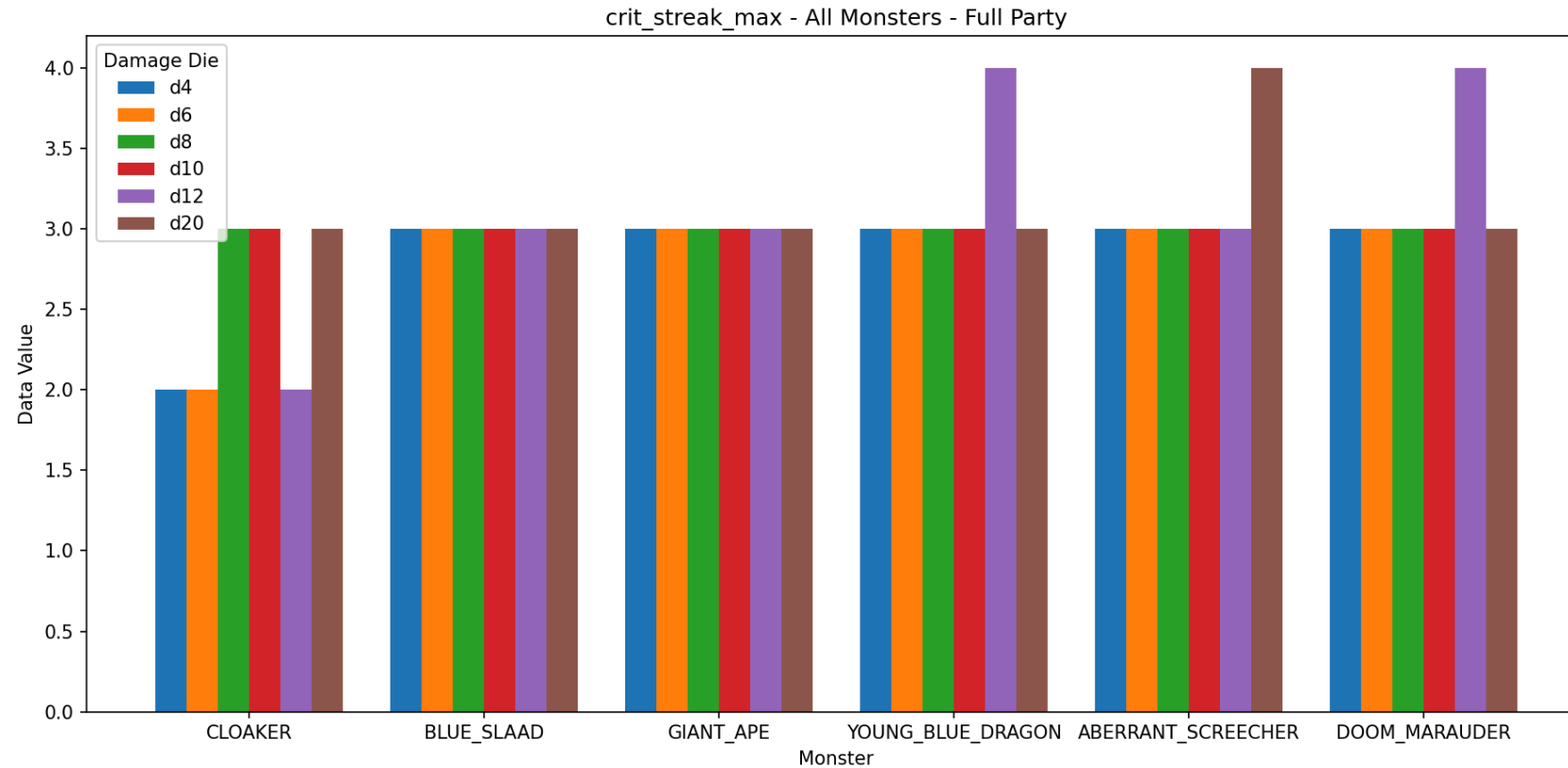
Comparativa — Racha de críticos (máximo) — Solo



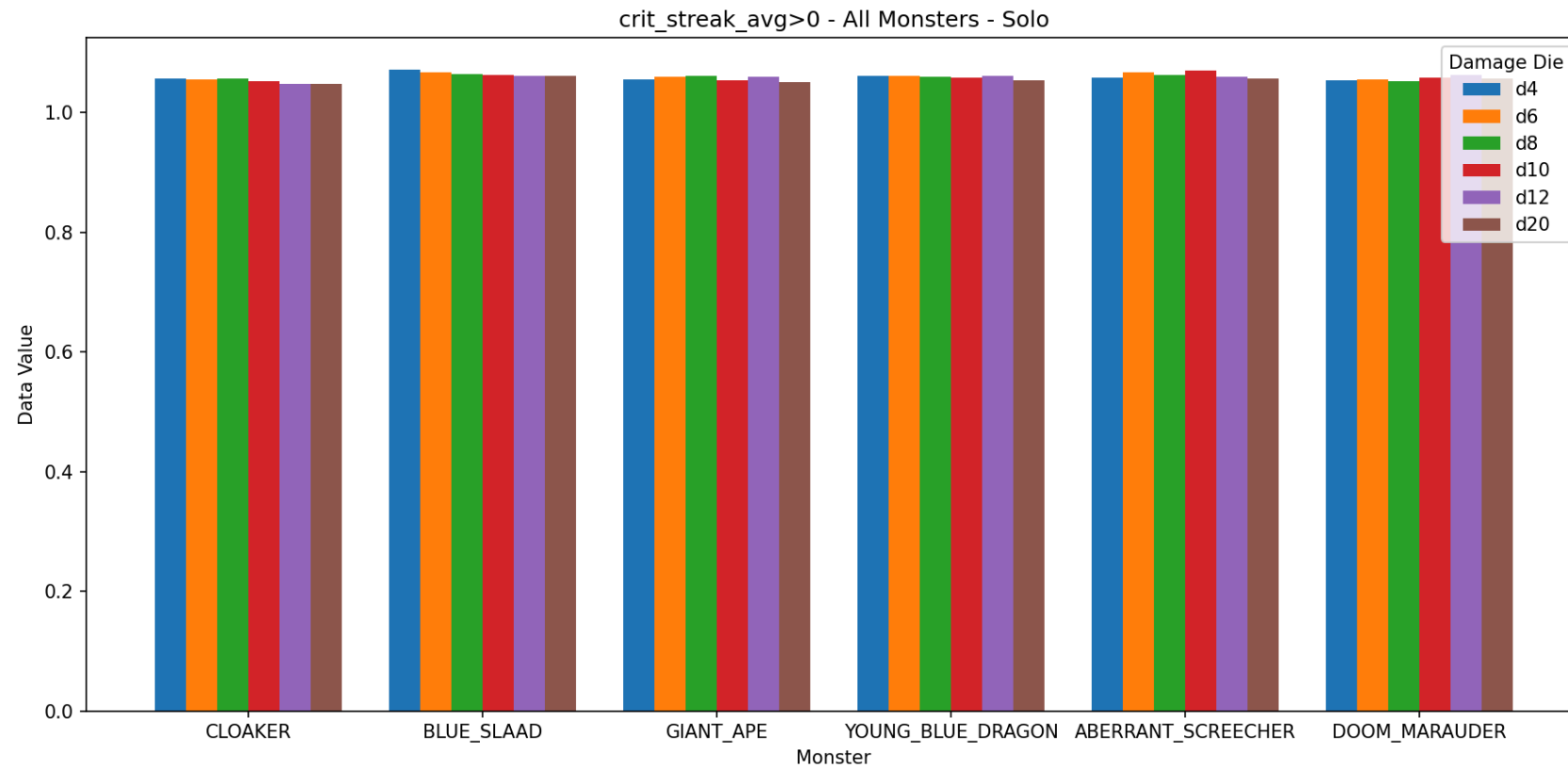
Comparativa — Racha de críticos (máximo) — Healer



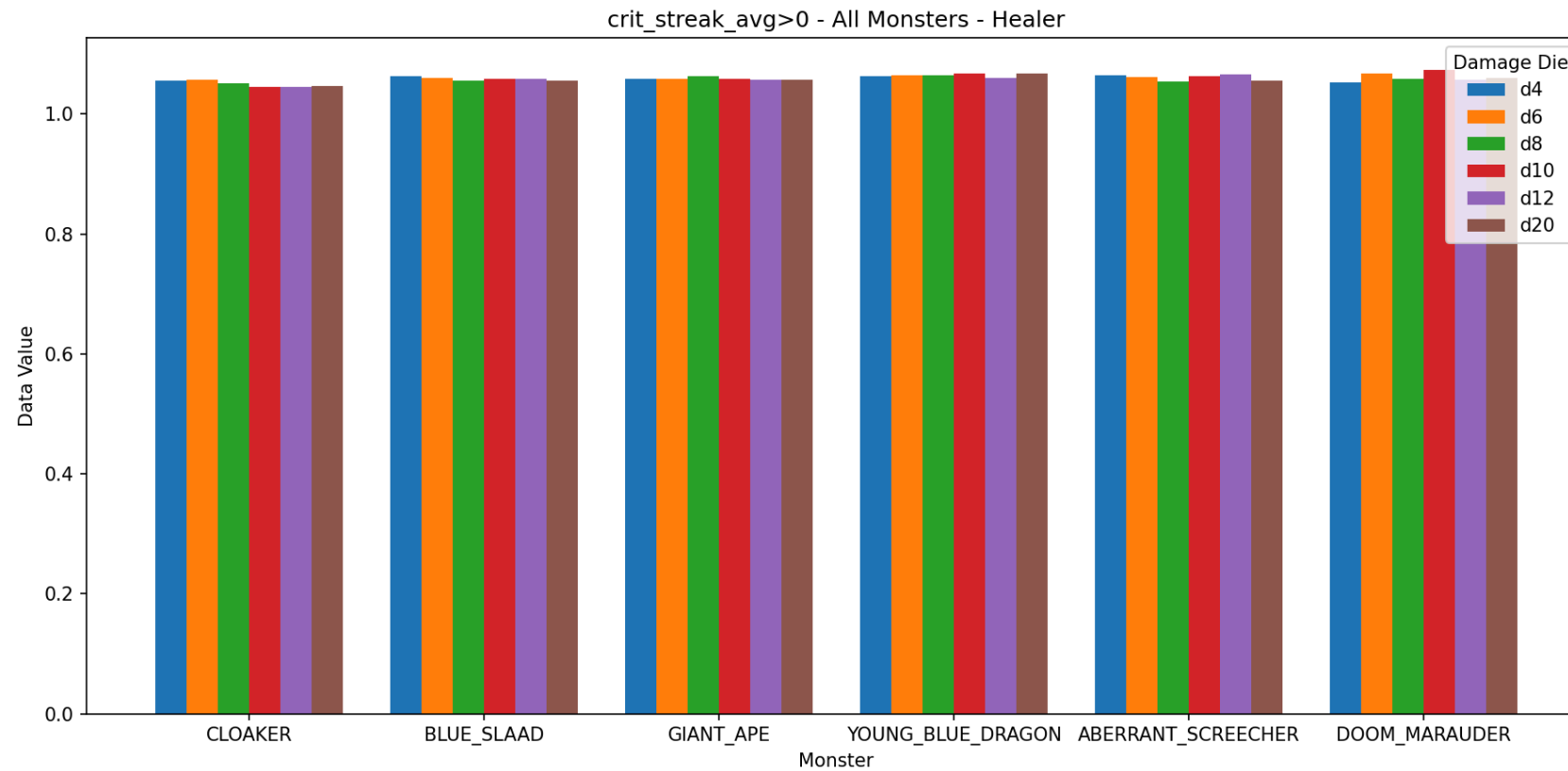
Comparativa — Racha de críticos (máximo) — Party



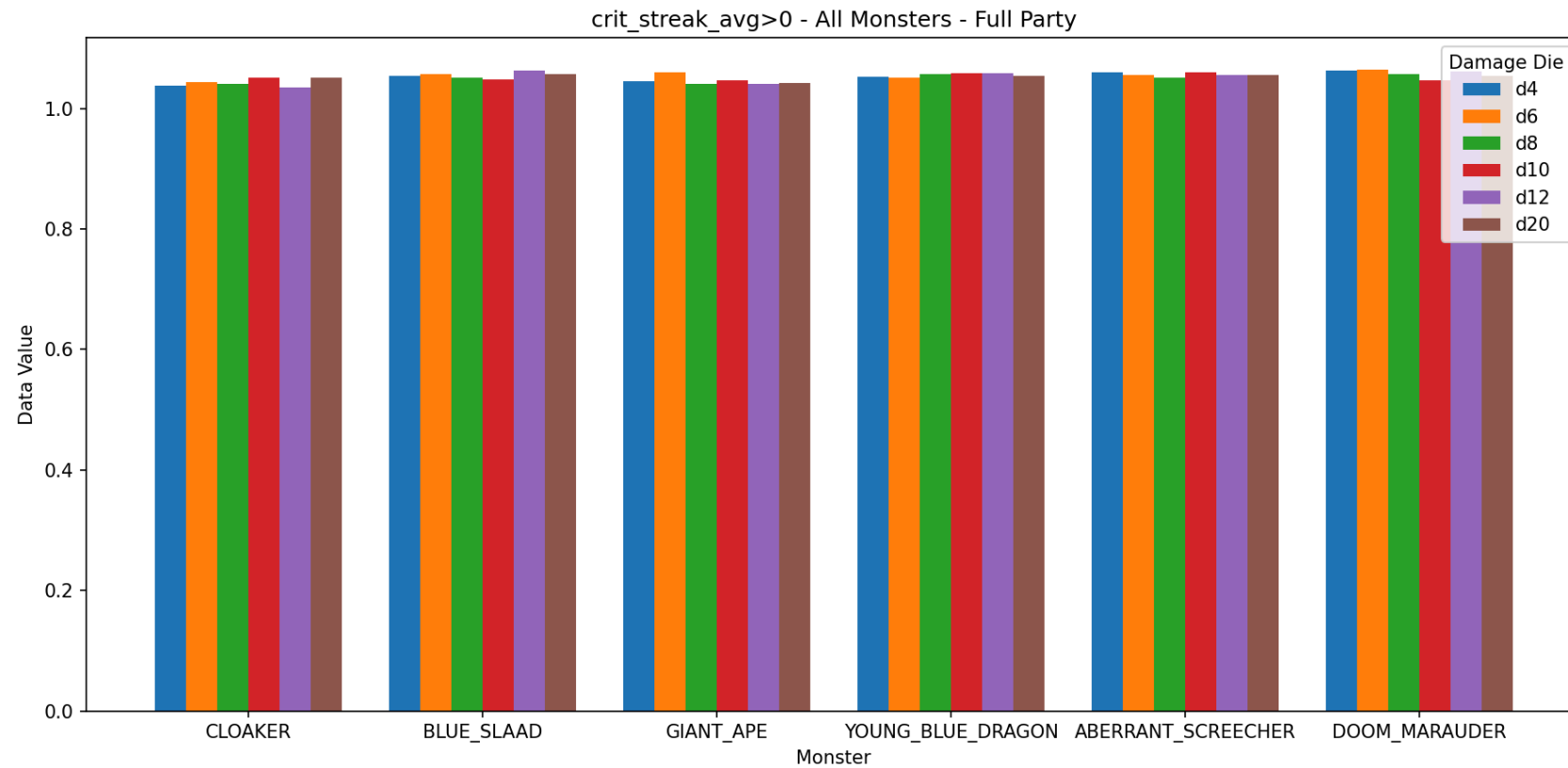
Comparativa — Racha de críticos (promedio > 0) — Solo



Comparativa — Racha de críticos (promedio > 0) — Healer



Comparativa — Racha de críticos (promedio > 0) — Party



Supuestos y limitaciones

- AC, HP y modificadores fijos (no escalamos con condiciones fuera del modelo).
- Ventaja/desventaja sólo donde lo indicamos (no se acumulan múltiples fuentes).
- Decisiones “inteligentes” codificadas: Action Surge, uso de superioridad, objetivos, etc.
 - No hay “blunders” ni TTP complejos; es una **política determinista**.
- Independencias aproximadas: p. ej., rachas de críticos se miden en un proceso con n° de ataques aleatorio y estados (ventaja) que cambian.

Fin