# CAPITULO III: GENERADOR DE ELEMENTOS DISCRETOS

## Análisis de sensibilidad probabilístico del desprendimiento de rocas

El estudio del proceso de caída o mecanismo de desprendimiento de la roca es un fenómeno muy complejo, esto desde la complejidad en la naturaleza aleatoria de las fracturas. Por ello se justifica que su tratamiento se similar al de una tormenta o un terremoto (Hind, 2018) y (Ashayer, 2007)

También en (Jing, 2007) se menciona sobre las ventajas adicionales de un estocástico de los rangos de propiedades del material, así mismo, gran parte considerable de la población total de fracturas se distribuye de manera bastante aleatoria y no pertenece a ningún conjunto en particular.

Dada la complejidad de fenómeno de desprendimiento de roca y el modelo del movimiento talud abajo como la caída libre o impacto, se justifica realizar un tratamiento estadístico del fenómeno. Lo antes mencionado se hace mas imperativo dado que en los experimentos que se pretende usar para el modelamiento solo se lee la posición inicial de la roca que cae y la distancia horizontal a al pie del talud a cuál ocurre la detención.

Los parámetros de comportamiento aleatorio de ingreso al modelo serán:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Parámetro de ingreso | Media | Máximo | Mínimo |
| Orientación Inicial de la roca |  |  |  |
| Velocidad Rotacional |  |  |  |

Finalmente se realizará un análisis de sensibilidad para calibrar los parámetros siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parámetro | Ratios según bibliografía | Tipo de Roca |
| Velocidad horizontal inicial |  |  |
| Velocidad vertical inicial |  |  |
| Rn |  |  |
| Rt |  |  |
| Angulo de fricción |  |  |

## Generación probabilística de escenarios

La generación probabilística de escenarios está enmarcada dentro de la investigación de operaciones y modelos de simulación. Por ello y dada la naturaleza de fenómeno, en la presente se utiliza los métodos basados en Monte Carlo y se realizan muestreos de la distribución de probabilidades por el método de convolución. Ahora bien, para velocidad rotacional y la orientación inicial de la roca serán definidas a partir de una distribución normal con una media y desviación estándar propuesta por el usuario (H. Hind, 2018); por ello será imperativo lo siguiente:

* Generar números pseudo aleatorios.
* Generar muestra a partir de la distribución normal.

## Generación de números pseudo aleatorios

Según Rocfall2 la generación de números aleatorios en realidad debería ser pseudoaleatoria, esto con el objeto de que los resultados del análisis siempre sean idénticos cada vez que se ejecute una corrida. Esto último es relevante dado que se pretende proponer un modelo a partir de datos experimentales, por lo tanto, las corridas deben ser reproducibles para poder realizar un análisis de sensibilidad del modelo ante el cambio de ciertos parámetros. Para lograr lo antes mencionado (Ashayer, 2007) recomienda que se use la misma "semilla" en cada corrida y generar la misma secuencia de números aleatorios independientes e idénticamente distribuidos (Taja,2004). En (Law, 2007) y (Taja,2004) se propone una secuencia de números enteros, , … es definida por la formula recursiva

La anterior formula es el método congruente multiplicativo, donde m (modulo), b (multiplicador), c (incremento) y (semilla), dichos números deben ser positivos, satisfacer y preferentemente primos (Law, 2007).

## Muestreo a partir de una distribución normal – método de convolución

Según (Taja, 2004) la idea del método de convolución es expresar la que se desea como una suma estadística de otras variables aleatorias fáciles de muestrear

Siendo que el número aleatorio (0, 1) uniforme R tiene una media de y varianza de , entonces tiene promedio y varianza .

(Law, 2007) y (Taja, 2004) proponen un método más eficiente para determinar .

Entonces dada una distribución normal con media y desviación estándar , , se puede calcular la muestra aleatoria .

La expresión antes mencionada servirá para determinar la cantidad de muestreo que requiera el modelador, preferentemente este deberá ser un numero suficientemente grande. Los parámetros de la media y la desviación estándar deben ser proporcionados por el modelador, ese campo es muy fértil para futuros trabajos, dado que el mecanismo del desprendimiento de la roca aún no ha sido muy estudiado y está fuera del alcance de la presente tesis.