



Informe Proyecto Final El ascensor

Presentado por:
María Alejandra Pabón 1310263
Mayerly Suarez 1310284

Simulación Computacional
Irene Tischer

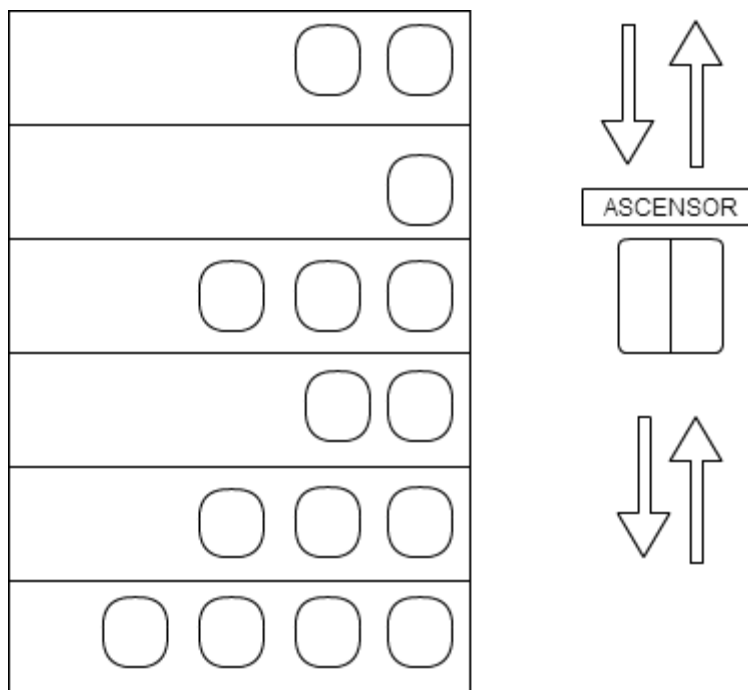
Informe Proyecto Final “El ascensor”

1. MODELO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Se desea simular un ascensor por medio de simulación por eventos discretos. Para esto primero se construyó el siguiente modelo:

Grafico 1. Modelo de simulación



El modelo consiste de 1 ascensor y 6 colas (1 cola por cada piso). Las colas se forman en cada piso a medida que cada persona va llegando, y se disminuye esta misma cola cuando cada persona entra al ascensor. El ascensor para siempre y cuando una persona solicite el ascensor en un piso, o una persona dentro del ascensor desee bajarse.

1.2. VARIABLES

Tabla 1. Variables de entrada, estado y desempeño

Variables de entrada	Variables estado	Variables de desempeño
1.Tiempo entre llegadas	1.Estado de la cantidad de personas dentro del ascensor	1.Tiempo promedio de espera
2.Capacidad	2.Estado colas personas esperando ascensor en todos los pisos	2.Tamaño promedio de la cola
3.Tiempo de arranque	3.Estado pisos solicitados en un piso	3.Porcentaje de personas atendidas entre las que solicitan ascensor
4.Desplazamiento entre dos pisos		4.Capacidad ocupada promedio del ascensor

Variables de entrada

Se tienen en cuenta al inicio de la simulación y son diferentes según el ascensor. La primera variable *tiempo entre llegadas* se calcula aleatoriamente con una distribución exponencial y representa el tiempo que sucede entre llegadas de las personas; las llegadas de las personas al piso 1 se generan con un parámetro de exponencial de 0.04 y las llegadas a los demás pisos con un parámetro de 0.02. La segunda *capacidad* representa la capacidad máxima de personas que tiene el ascensor. La tercera *tiempo de arranque* es lo que se demora el ascensor en cerrar el ascensor y ponerse en marcha. La cuarta *desplazamiento entre dos pisos* representa el tiempo que se toma el ascensor en ir de un piso a otro..

Variables de estado.

Cambian de estado a medida que se va simulando el ascensor. La primera es el *estado de la cantidad de personas dentro del ascensor*; en la implementación esta variable se controla con un arreglo de posiciones llamado `pisosBajarse[piso]` y con la variable `capacidadOcupada`, la explicación de estas se especifica más adelante en detalles de implementación. La segunda es el *estado colas personas esperando ascensor en todos los pisos* en la implementación esta variable se controla con un arreglo de posiciones llamado `colasAfueraPiso[tiempoLlegada, pisoDestino]`, la explicación de este se especifica más adelante en detalles de implementación. La tercera es *estado pisos solicitados en un piso* esta variable se controla con un arreglo llamado `solicitudesPiso[piso]`, la explicación de este se especifica más adelante en detalles de implementación.

Variables de desempeño.

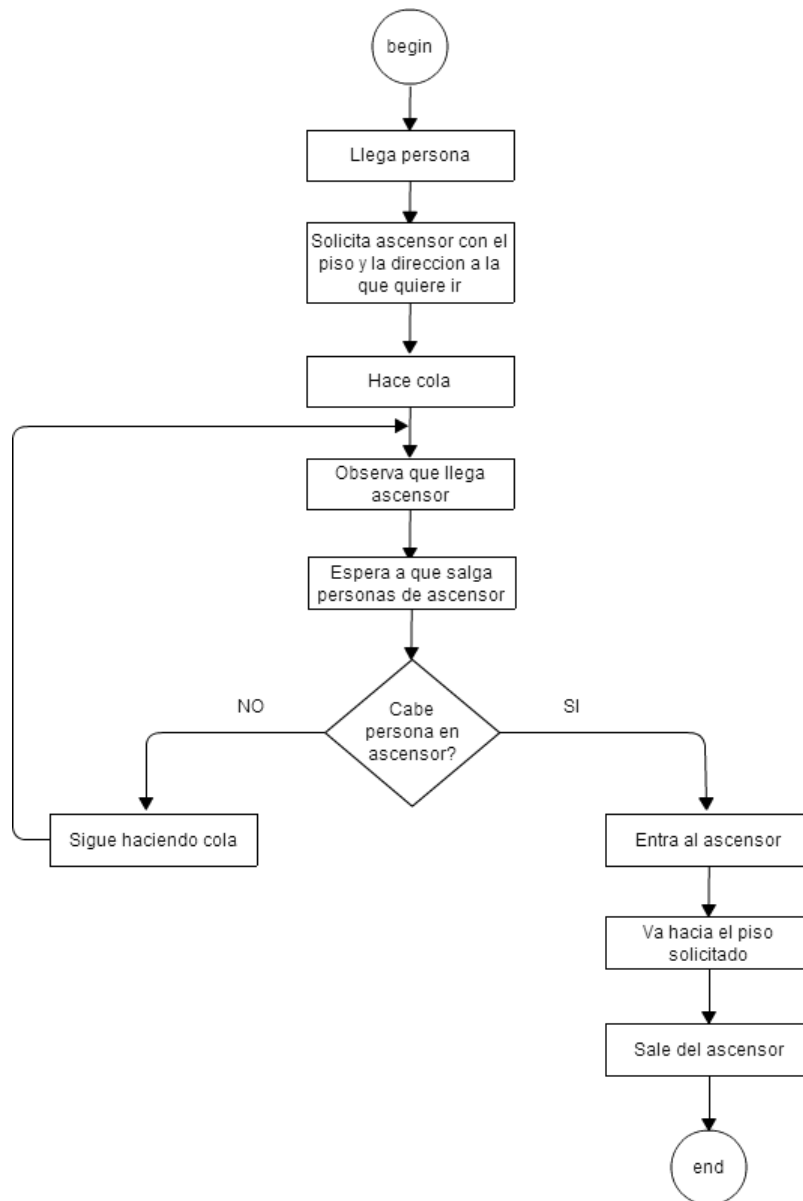
Las variables de desempeño se calculan por cada simulación que dura un tiempo determinado. Estas variables involucran a todos los pisos del edificio. Permiten analizar el comportamiento de varias simulaciones del ascensor. La primera *tiempo promedio de espera* calcula el promedio de los tiempos que se demoraron esperando las personas desde que llegan a solicitar el piso hasta que llega el ascensor. La segunda *tamaño promedio de la cola* se encarga de calcular el promedio del tamaño de las colas de personas que esperan al ascensor en cada piso. La tercera *porcentaje de personas atendidas entre las que solicitan el ascensor* se refiere al porcentaje de personas atendidas durante una simulación. La cuarta *capacidad ocupada promedio del ascensor* se encarga de calcular el promedio de la capacidad del ascensor ocupada durante una simulación.

1.3.DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES

Actividad Persona

La persona representa una actividad dentro del sistema. La cual se presenta a continuación:

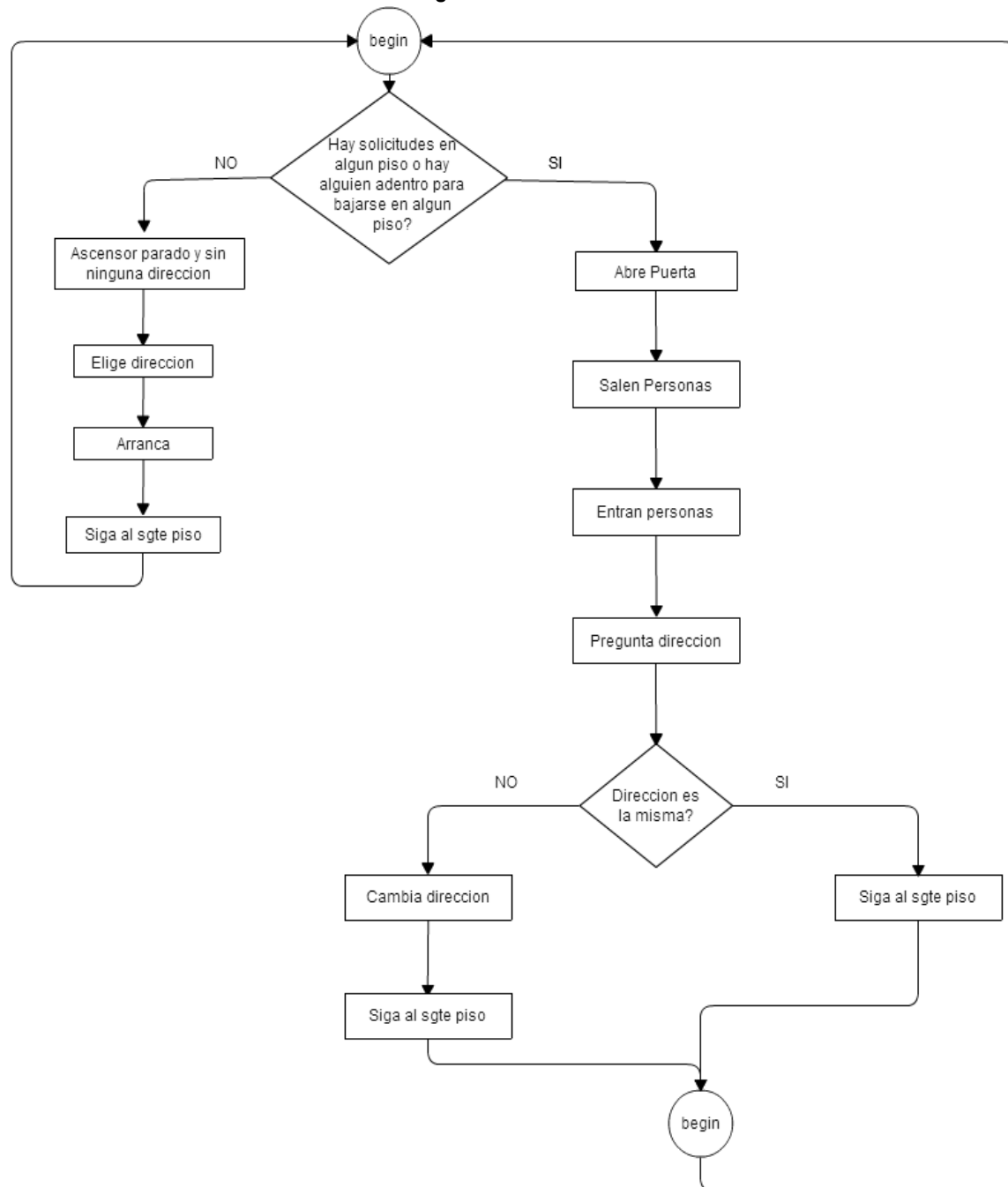
Grafico 2. Diagrama Actividad persona



Actividad Ascensor

El ascensor representa una actividad dentro del sistema. La cual se presenta a continuación:

Gráfico 3. Diagrama de Actividad ascensor



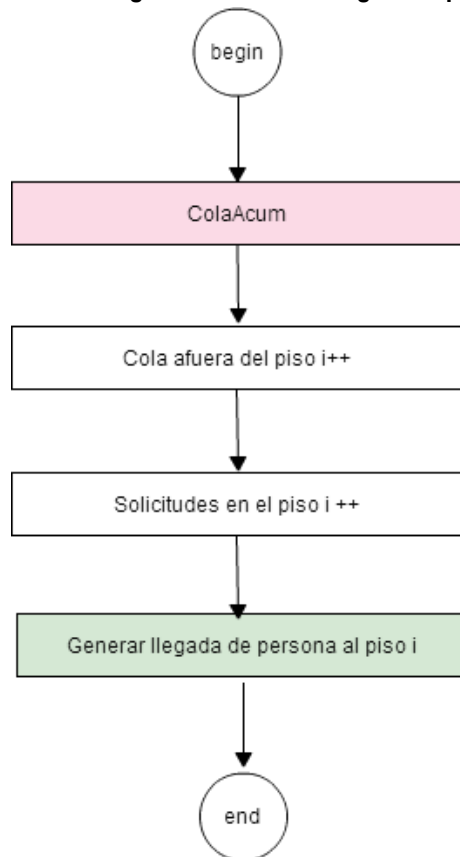
1.4. DIAGRAMAS DE EVENTOS

En el modelo propuesto, se trabajan 3 tipos de eventos: Evento Llegada Persona, Evento Parada Piso y Evento Arranque. Todos los eventos suceden en un piso y tiempo específicos. El cuadro de color rosado representa la variable de desempeño involucrada que se modifica en este evento. El cuadro de color verde representa el generar un evento.

Evento Llegada Persona al piso i

Sucede cuando llega una persona un piso a solicitar el ascensor.

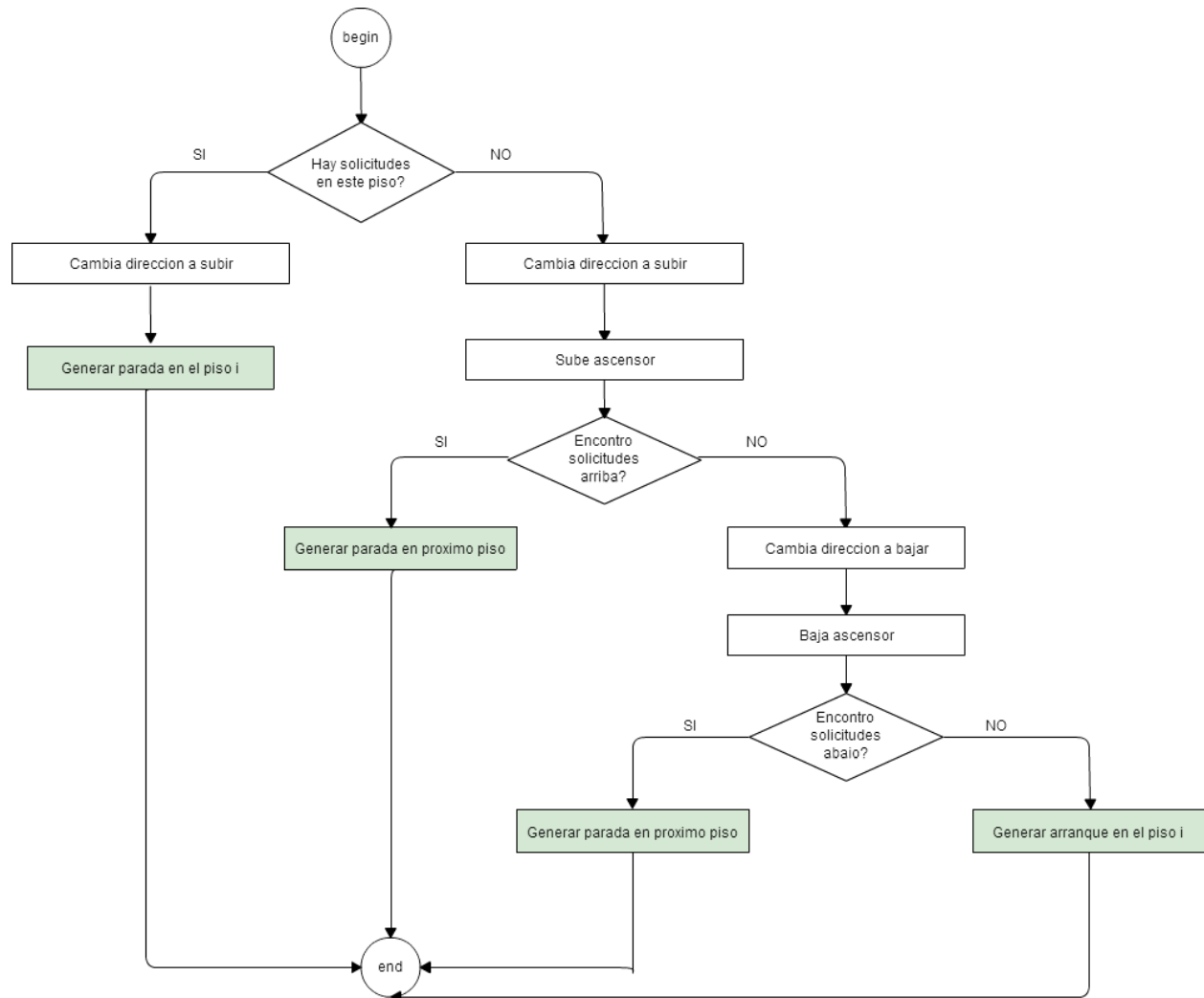
Grafico 4. Diagrama de Evento Llegada al piso i



Evento Arranque Ascensor desde el piso i

Este sucede cuando el ascensor tiene dirección 0 y no sabe a dónde ir, puesto que después de una parada, no encontró solicitudes en los pisos ni tampoco tiene a personas adentro que necesiten salir. Entonces el ascensor necesita arrancar para luego programar su parada a un próximo piso. Los cuadros de color verde representan los generar eventos.

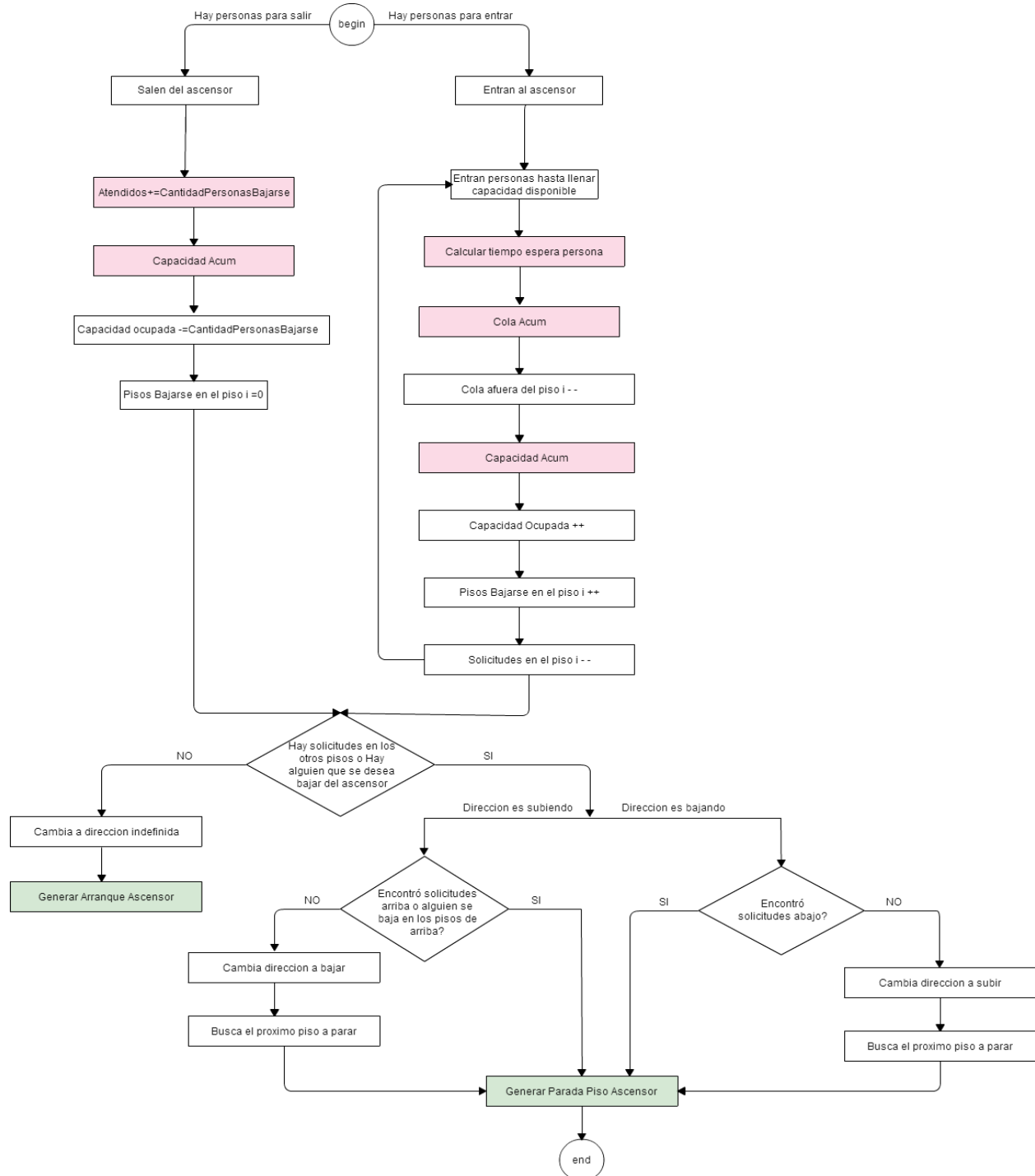
Grafico 5. Diagrama de Evento arranque ascensor desde el piso i



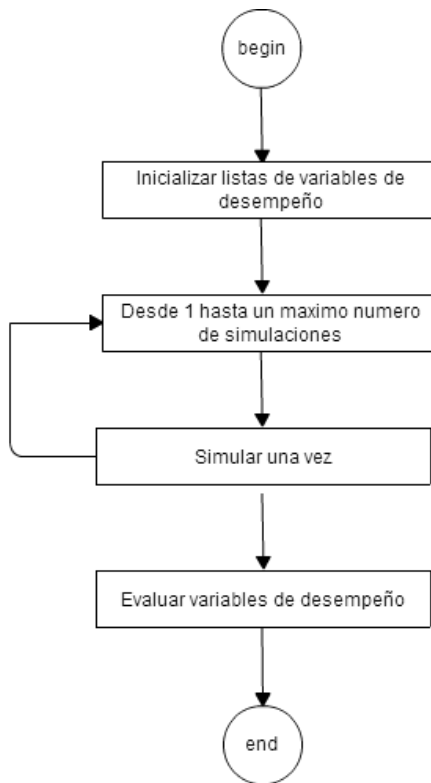
Evento Parada Piso Ascensor en el piso i

Este evento sucede cuando el ascensor para en un piso. El ascensor para aquí cuando al menos una persona ha solicitado al ascensor en ese piso o al menos una persona dentro del ascensor necesita bajarse en ese piso. Los cuadros de color rosado representan las variables de desempeño involucrado que se modifica en este evento. Los cuadros de color verde representan los generar eventos.

Grafico 6. Diagrama de Evento parada piso ascensor en el piso i

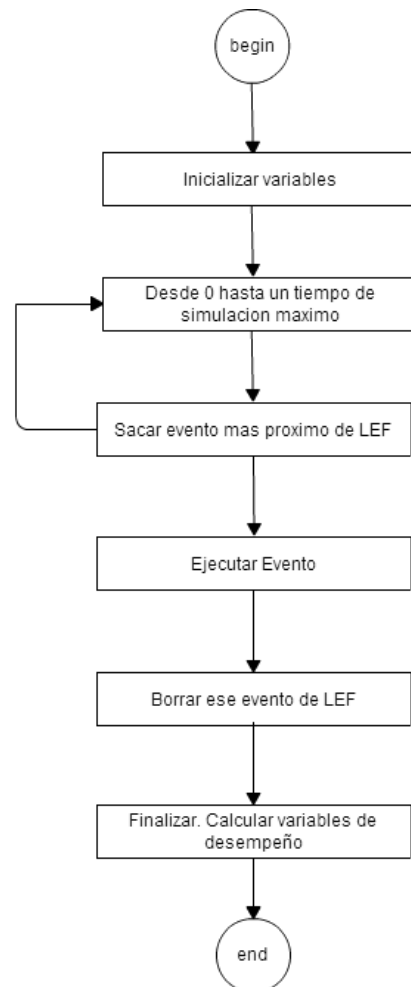


**Diagrama de Flujo del Main
(Varias simulaciones)**



**Gráfico 7. Diagrama de Flujo del Main
(Varias simulaciones)**

Diagrama Flujo “Simular una vez”



**Gráfico 8. Diagrama de Flujo del Main
(Una simulación)**

2. ESCENARIOS

Para el problema planteado, que básicamente consiste en seleccionar el Ascensor adecuado para una clínica, no se cuenta con un escenario 0 o escenario inicial como referencia para comparar el desempeño, de modo que se opta por realizar el análisis de la mejor solución confrontando con los Escenarios propuestos en la descripción inicial del problema. Estos escenarios no reflejan cambios en el modelo que implique aumentar servidores o las colas, solamente modifican las variables de entrada, que a simple vista, transforman los resultados obtenidos y además, permiten clasificar según las características en 4 ascensores o Escenarios como se evidencia en la siguiente tabla:

ESCENARIO	CAPACIDAD	TIEMPO DE ARRANQUE (seg)	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO ENTRE PISOS (seg)
Ascensor 1	4	20	100
Ascensor 2	6	20	100
Ascensor 3	4	5	30
Ascensor 4	6	5	30

Tabla 2: Características de Ascensores o Escenarios

3. DETALLES DE IMPLEMENTACIÓN

Inicialmente se escogió a Java como lenguaje de programación para la implementación de la simulación. Esta implementación corresponde al modelo anteriormente explicado y se trabajó con una simulación por eventos discretos. Se manejó una programación orientada a objetos, donde los objetos son Ascensor, Persona, Evento. Las clases implementadas fueron Generador Aleatorio, Histograma, Ascensor, Persona, Evento y Simular la cual representa a la clase principal (main).

La clase Generador Aleatorio tiene dos tipos de generadores, un método para el generador exponencial que usa la distribución uniforme y luego la distribución exponencial y otro método se encargan del generador de pisos, teniendo en cuenta que el piso 1 tiene más probabilidad de salir que los otros pisos.

En la implementación primero se definen las variables globales incluyendo las variables que ayudan a calcular las variables de desempeño. Se creó también un método encargado de agregar un evento a la LEF por orden de ocurrencia. Se implementaron los métodos correspondientes a cada evento y a la generación de cada evento. También métodos auxiliares a los métodos de los eventos como: direccionBajar(), direccionSubir(), encargados de calcular la dirección próxima y el próximo piso. Se implementó el método inicializar() y finalizar() los cuales inician y finalizan una simulación, la primera inicializa variables y la segunda calcula las variables de desempeño. Otros dos métodos implementados fueron los encargados de simular una vez y simular varias veces (Main simulación). Por último se programaron los métodos para evaluar las listas de las variables de desempeño con sus funciones

auxiliares y los métodos encargados de graficar las variables de desempeño y los valores generados aleatoriamente.

Un aspecto también importante a resaltar es lo siguiente. Los pisos internamente en el código se manejan de 0 a 5, pero al mostrar en pantalla se muestran de 1 a 6. Por otro lado se manejan 3 arreglos importantes los cuales se describen a continuación:

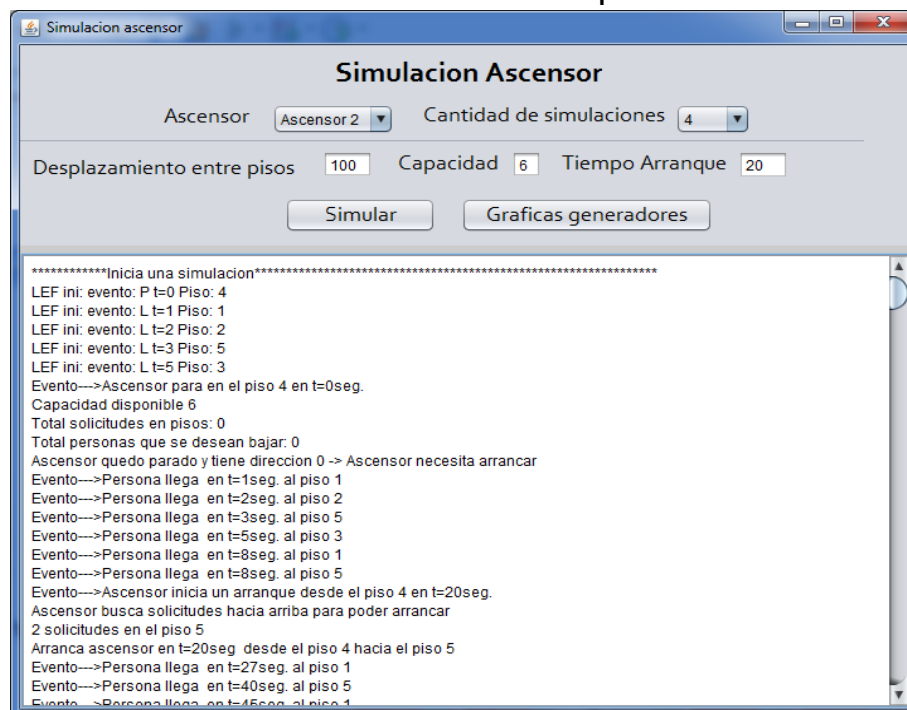
- colasAfueraPiso[tiempoLlegada, pisoDestino]: representa la cola de las personas esperando el ascensor en cada piso. Cada posición representa a una persona la cual tiene dos atributos: el tiempo de llegada a solicitar el ascensor y su piso destino.
- pisosSolicitados[piso]: vector de posiciones. Guarda los pisos solicitados en cada piso, es decir los pisos donde las personas solicitan el ascensor, Cada posición del vector representa el piso, y el número de esta posición corresponde al número de solicitudes de ese piso.
- pisos Bajarse[piso]: vector de posiciones. Guarda los pisos destino de cada persona dentro del ascensor, donde cada posición del vector representa el piso, y el número de esta posición corresponde al número de personas a bajarse en ese piso.

En la interfaz se pide que se seleccione el ascensor e inmediatamente se cargan las variables de entrada, correspondientes a los datos técnicos de este ascensor. También se puede seleccionar el número de simulaciones deseadas. Después de realizadas varias simulaciones se muestran las gráficas de cada variable de desempeño según el número de simulaciones realizadas para cada ascensor, las cuales son un soporte para realizar el análisis.

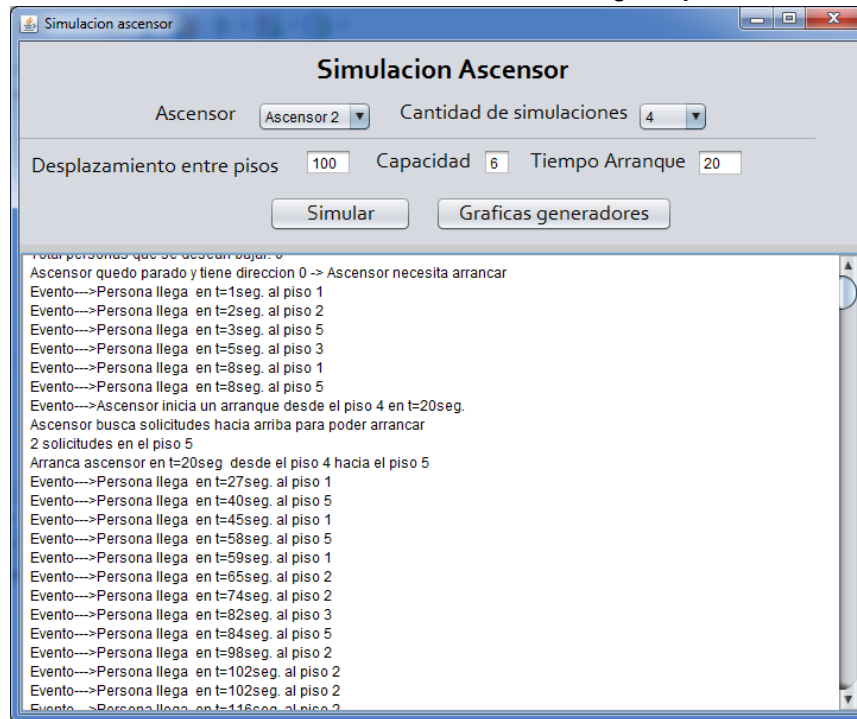
4. PRUEBAS

Las pruebas principales realizadas en la implementación fueron:

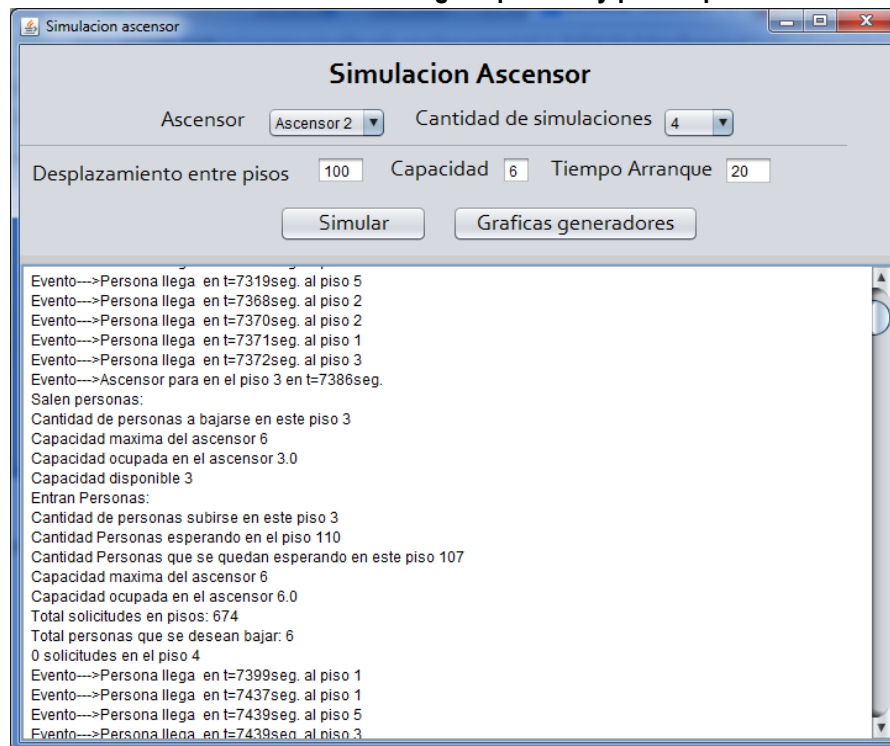
Grafica 9. Prueba de cuando tiene que arrancar.



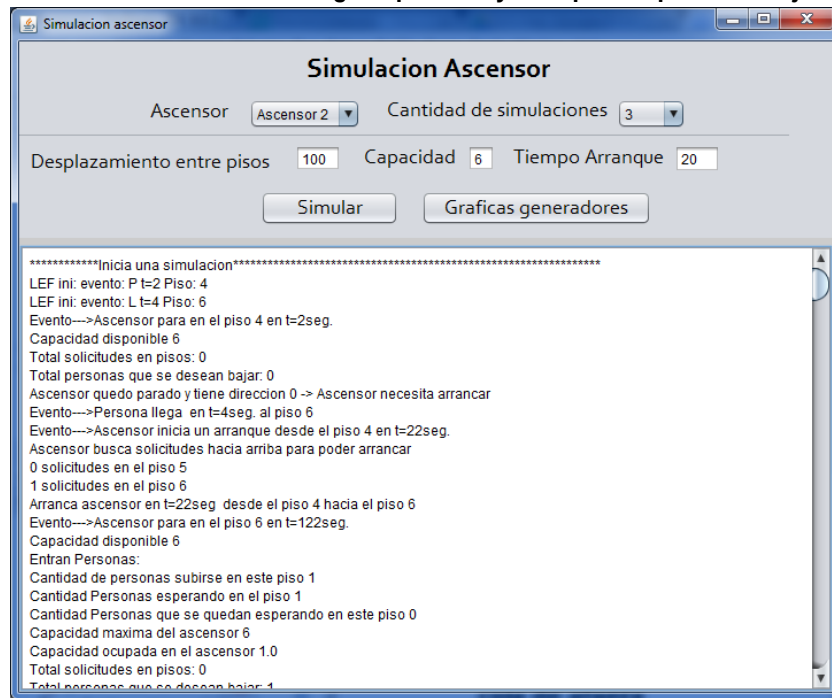
Grafica 10. Prueba de cuando sube buscando a alguien para arrancar



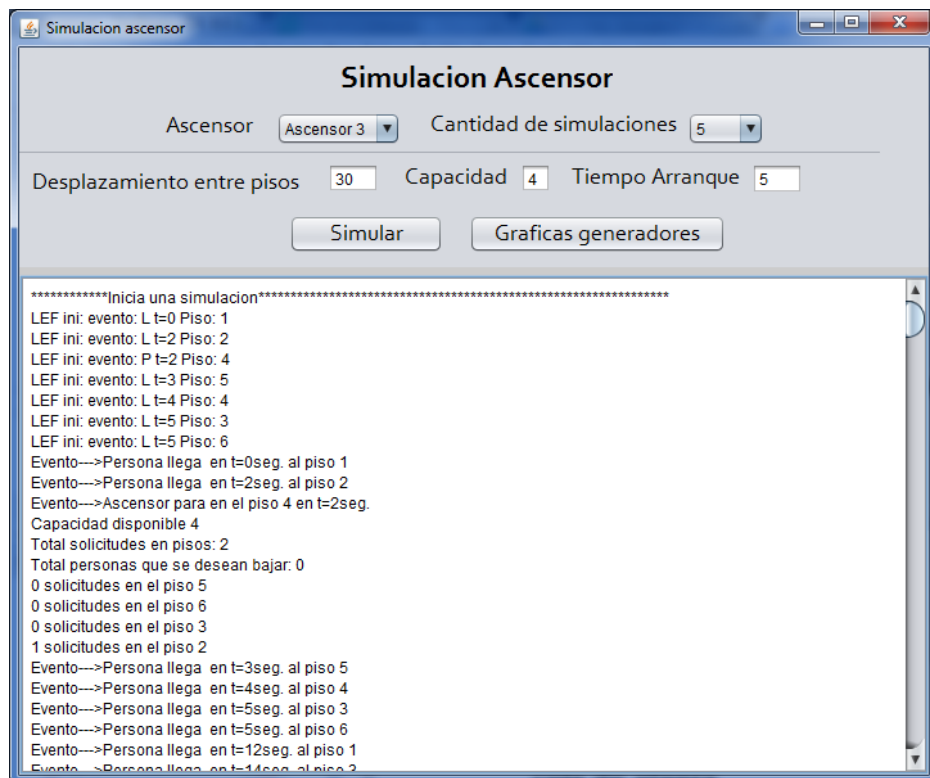
Gráfica 11. Prueba de llegada persona y parada piso.



Gráfica 12. Prueba de una llegada persona y una parada piso en reloj=ini.



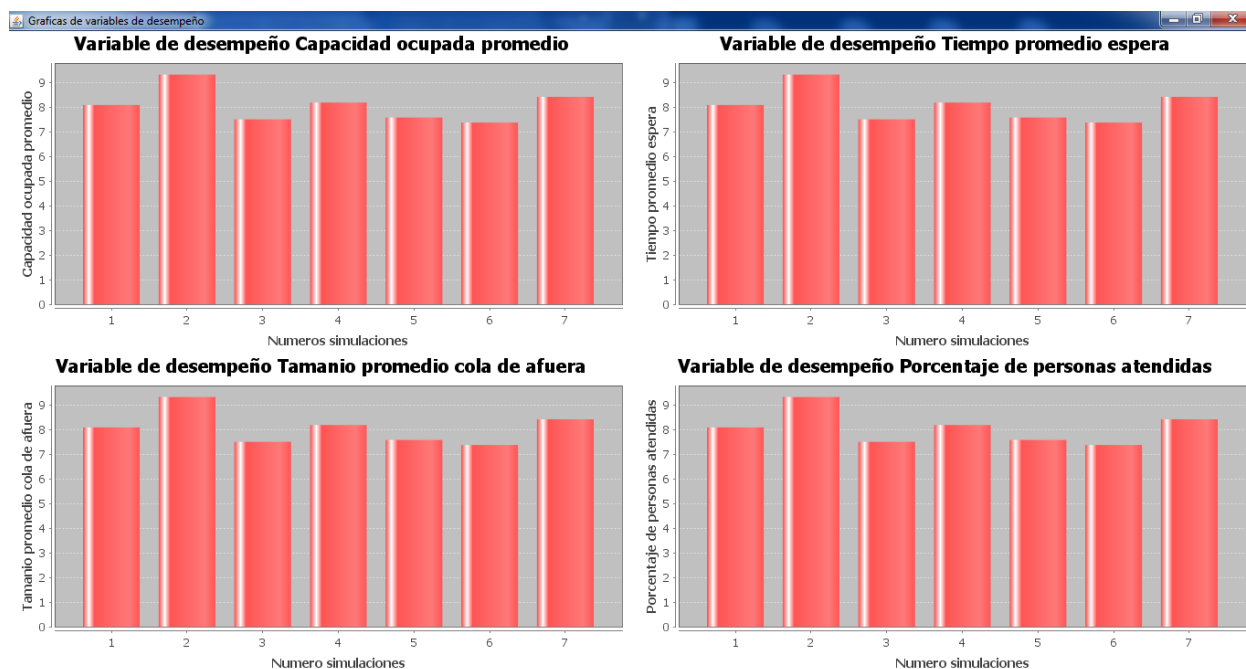
Gráfica 13. Prueba de llegadas a todos los pisos y una parada del ascensor en un piso en reloj=ini.



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizan pruebas incrementando el número de simulaciones para determinar según los resultados cual es la opción de Ascensor o Escenario más eficiente para el contexto descrito en el planteamiento del problema. A continuación se relacionan los datos obtenidos teniendo en cuenta 7 simulaciones y con un tiempo de 8 horas (28800), con el fin de representar las 8 horas de un día laboral y los 7 días de la semana que está en funcionamiento una clínica.

Ascensor 1



IMPRESIÓN DE EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN:

EVALUACION VARIABLES DE DESEMPEÑO

Capacidad ocupada promedio

Datos {

8.09409722222222,9.33180603283696,7.5094195607674425,8.192049991320951,7.5849043502412945,7.383026726830962,8.426825457449395,}

Promedio: 8.074589905952747

Desviacion Estándar: 0.6777793118885839

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [7.572483965101077,8.576695846804416]

****Tiempo promedio espera****

Datos {

12931.911290322581,13546.74089068826,13063.198443579766,12995.96837944664,12733.321705426357,13539.665384615384,13049.607003891051,}

Promedio: 13122.916156852863

Desviación Estándar: 307.3082586065657

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [12895.25901298226,13350.573300723467]

****Tamaño promedio cola de afuera****

Datos {

365.0859027777778,350.6482349265854,340.25091073101345,353.99000173580976,350.3582265736208,354.22780284623394,351.7222665879657,}

Promedio: 352.3261923112867

Desviación Estándar: 7.326438166759616

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [346.8986909634481,357.75369365912536]

****Porcentaje de personas atendidas****

Datos {

2.8736309033093863,2.8618537274761513,2.979625485808503,2.9325167824755622,2.991402661641738,3.0149570133082086,2.979625485808503,}

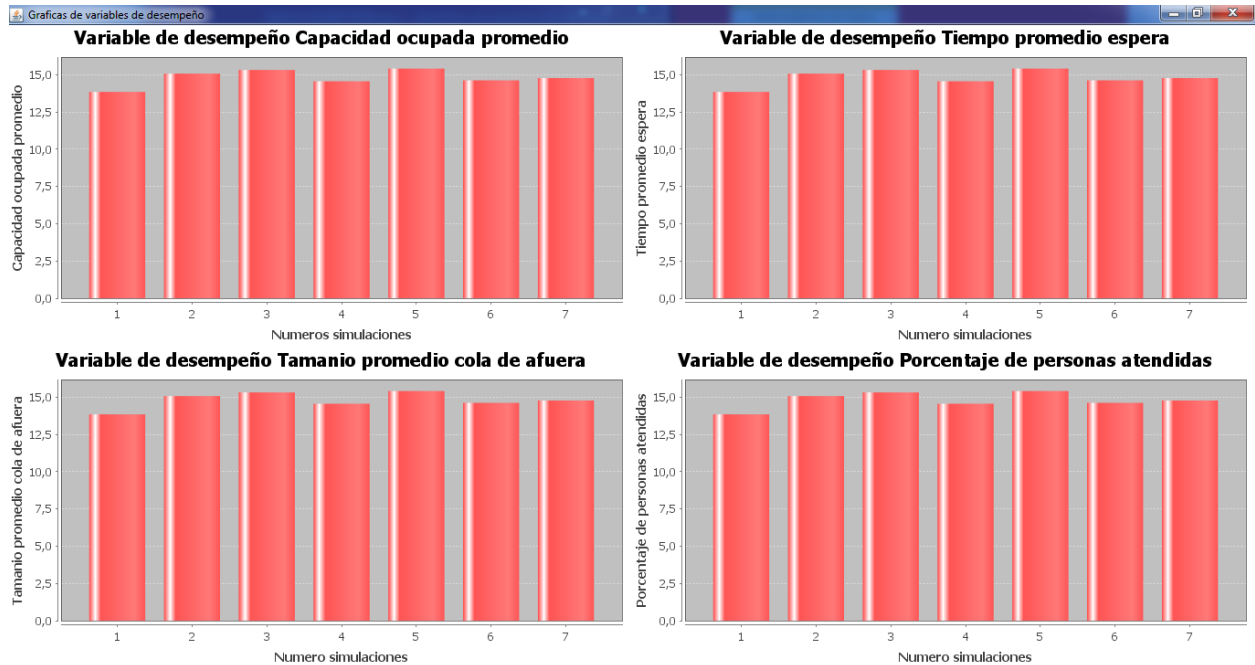
Promedio: 2.947658865689722

Desviación Estándar: 0.059941963046081896

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [2.903253238040974,2.9920644933384697]

SIMULACIÓN	CAPACIDAD OCUPADA PROMEDIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO	TAMAÑO PROMEDIO COLA DE AFUERA	PORCENTAJE DE PERSONAS ATENDIDAS
1	8.094097222222222	12931.911290322581	365.0859027777778	2.8736309033093863
2	9.33180603283696	13546.74089068826	350.6482349265854	2.8618537274761513
3	7.5094195607674425	13063.198443579766	340.25091073101345	2.979625485808503
4	8.192049991320951	12995.96837944664	353.99000173580976	2.9325167824755622
5	7.5849043502412945	12733.321705426357	350.3582265736208	2.991402661641738
6	7.383026726830962	13539.665384615384	354.22780284623394	3.0149570133082086
7	8.426825457449395	13049.607003891051	351.7222665879657	2.979625485808503
INTERVALO CONFIANZA	[7.572483965101077; 8.576695846804416]	[12895.25901298226; 13350.573300723467]	[346.8986909634481; 357.75369365912536]	[2.903253238040974; 2.9920644933384697]

Ascensor 2



IMPRESIÓN DE EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN:

EVALUACION VARIABLES DE DESEMPEÑO

Capacidad ocupada promedio

Datos

{3.847783063088087,15.073953197694605,15.314598945323342,14.560809637884942,15.41100503384829,14.614861347308507,14.773279633358795,}

Promedio: 14.799470122643797

Desviacion Estandar: 0.5341827150013618

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [14.403742029446185,15.195198215841408]

Tiempo promedio espera

Datos {

12536.941988950277,12644.926553672316,12715.959893048128,12552.435695538057,12755.444141689373,12852.045945945945,12886.642076502732,}

Promedio: 12706.34232790669

Desviacion Estandar: 136.86772993169544

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [12604.94929465211,12807.73536116127]

****Tamano promedio cola de afuera****

Datos {

330.15433491892645,337.32966460662453,335.8701429364419,328.78734854008263,339.0054851588266,337.532433276646,340.2203666412055,}

Promedio: 335.5571108683934

Desviacion Estandar: 4.39315270313983

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [332.30261780166245,338.81160393512437]

****Porcentaje de personas atendidas****

Datos {

6.966731898238748,6.8101761252446185,7.201565557729941,7.3385518590998045,7.064579256360078,7.123287671232877,7.045009784735812,}

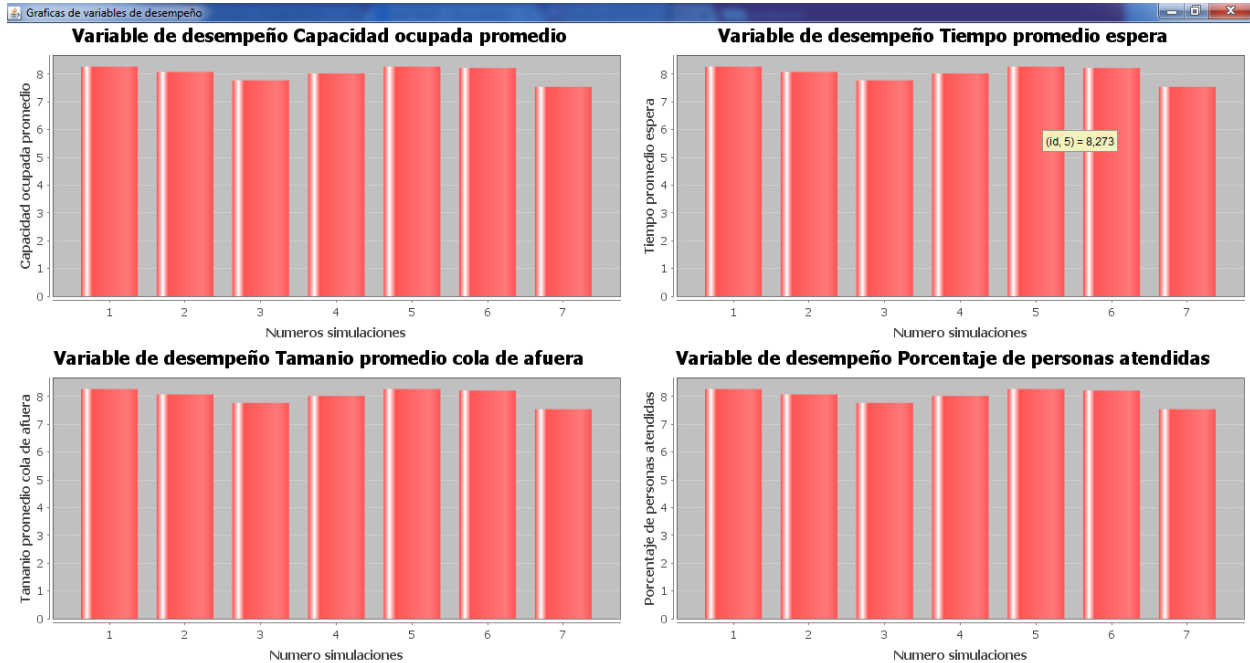
Promedio: 7.078557450377411

Desviacion Estandar: 0.16861356473124903

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [6.953646773591138,7.203468127163684]

SIMULACION	CAPACIDAD OCUPADA PROMEDIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO	TAMAÑO PROMEDIO COLA DE AFUERA	PORCENTAJE DE PERSONAS ATENDIDAS
1	13.847783063088087	12536.941988950277	330.15433491892645	6.966731898238748
2	15.073953197694605	12644.926553672316	337.32966460662453	6.8101761252446185
3	15.314598945323342	12715.959893048128	335.8701429364419	7.201565557729941
4	14.560809637884942	12552.435695538057	328.78734854008263	7.3385518590998045
5	15.41100503384829	12755.444141689373	339.0054851588266	7.064579256360078
6	14.614861347308507	12852.045945945945	337.532433276646	7.123287671232877
7	14.773279633358795	12886.642076502732	340.2203666412055	7.045009784735812
INTERVALO CONFIANZA	[14.403742029446185; 15.195198215841408]	[12604.94929465211; 12807.73536116127]	[332.30261780166245; 338.81160393512437]	[6.953646773591138; 7.203468127163684]

Ascensor 3



IMPRESIÓN DE EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN:

EVALUACION VARIABLES DE DESEMPEÑO

Capacidad ocupada promedio

Datos {

8.275289870165938,8.07874726571994,7.777716051525989,8.027596500971953,8.272777777777778,8.222067911950559,7.545684926751371,}

Promedio: 8.028554329266218

Desviacion Estandar: 0.27585442308063607

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [7.824198512838221,8.232910145694214]

Tiempo promedio espera

Datos {

11076.899637243047,11336.577639751553,10757.406593406593,10847.883578431372,11257.26265060241,11165.584672435105,10997.15061728395,}

Promedio: 11062.680769879147

Desviacion Estandar: 211.06766298830163

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [10906.319656978249,11219.041882780046]

Tamaño promedio cola de afuera

Datos {

298.0844962854961,298.53598833373843,295.7394534911982,294.29988197722855,293.12024305555553,304.1554753142143,293.5812330764424,}

Promedio: 296.7881102191248

Desviacion Estandar: 3.873887677678464

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [293.9182940665271,299.6579263717225]

****Porcentaje de personas atendidas****

Datos {

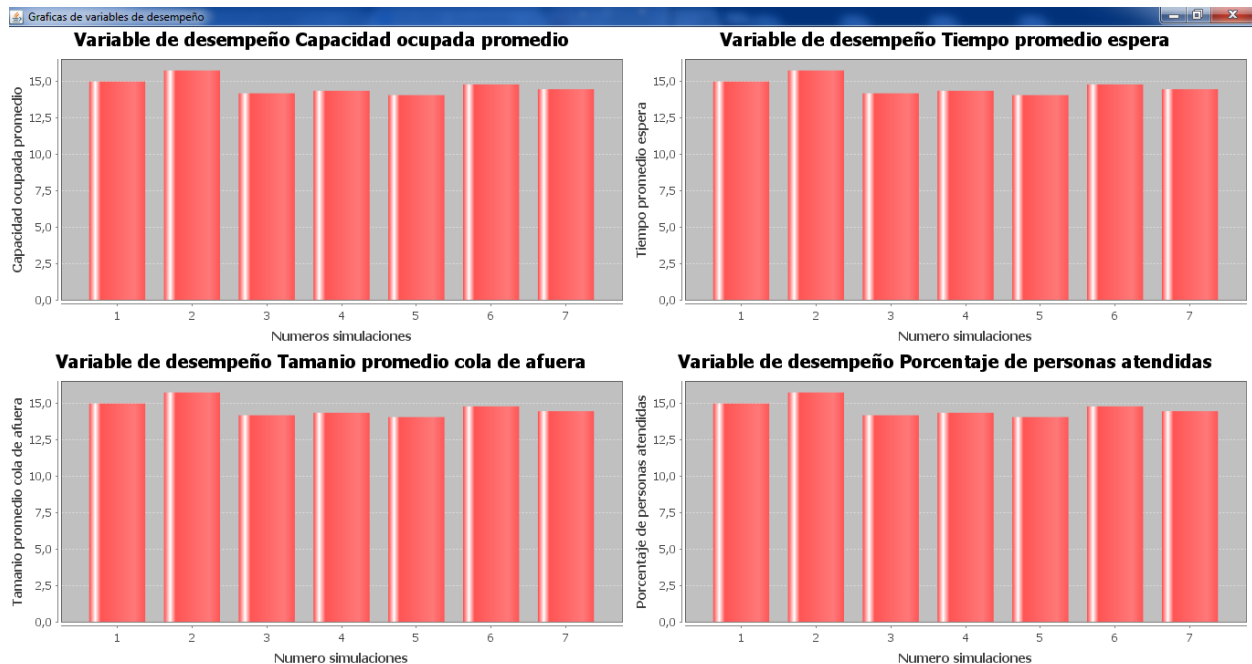
2.1051285330604936,2.0488553523468473,2.0846655582555313,2.0769919427036707,2.1128021486123547,2.0590868397493285,2.061644711599949,}

Promedio: 2.078453583761168

Desviacion Estandar: 0.024033886178218444

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [2.0606490317186883,2.0962581358036476]

SIMULACIÓN	CAPACIDAD OCUPADA PROMEDIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO	TAMAÑO PROMEDIO COLA DE AFUERA	PORCENTAJE DE PERSONAS ATENDIDAS
1	8.275289870165938	11076.899637243047	298.0844962854961	2.1051285330604936
2	8.07874726571994	11336.577639751553	298.53598833373843	2.0488553523468473
3	7.777716051525989	10757.406593406593	295.7394534911982	2.0846655582555313
4	8.027596500971953	10847.883578431372	294.29988197722855	2.0769919427036707
5	8.272777777777778	11257.26265060241	293.12024305555553	2.1128021486123547
6	8.222067911950559	11165.584672435105	304.1554753142143	2.0590868397493285
7	7.545684926751371	10997.15061728395	293.5812330764424	2.061644711599949
INTERVALO CONFIANZA	[7.824198512838221; 8.232910145694214]	[10906.319656978249; 11219.041882780046]	[293.9182940665271; 299.6579263717225]	[2.0606490317186883; 2.0962581358036476]



IMPRESIÓN DE EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN:

EVALUACION VARIABLES DE DESEMPEÑO

Capacidad ocupada promedio

Datos {

14.956041666666666,15.715466064919285,14.146001110802555,14.318230739853487,14.024788223857797,14.762038676526752,14.429429325187447,}

Promedio: 14.62171368683057

Desviacion Estandar: 0.5830177532437164

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [14.189808091025393,15.053619282635749]

Tiempo promedio espera

Datos {

9521.655737704918,9214.718098415346,9587.327556325823,9716.437068965517,9334.290102389079,9642.402070750648,9720.867061812023,}

Promedio: 9533.956813766194

Desviacion Estandar: 193.55221680002848

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [9390.571324985916,9677.34230254647]

Tamaño promedio cola de afuera

Datos {

257.3878125,252.13240756813053,251.84823660094418,256.48786584730755,264.94372309401473,260.5366802069229,257.3775340183282,}

Promedio: 257.24489426223545

Desviacion Estandar: 4.582218624673743

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [253.8503392007672,260.6394493237037]

****Porcentaje de personas atendidas****

Datos {

7.042081475600074,7.2863861234959995,7.011543394613082,7.048189091797472,7.1214804861662495,7.042081475600074,7.176449031942833,}

Promedio: 7.1040301541736826

Desviacion Estandar: 0.0984462712911909

Intervalo de confianza (Alpha=0.05): [7.031100135799018,7.176960172548347]

SIMULACIÓN	CAPACIDAD OCUPADA PROMEDIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO	TAMAÑO PROMEDIO COLA DE AFUERA	PORCENTAJE DE PERSONAS ATENDIDAS
1	14.956041666666666	9521.655737704918	257.3878125	7.042081475600074
2	15.715466064919285	9214.718098415346	252.13240756813053	7.2863861234959995
3	14.146001110802555	9587.327556325823	251.84823660094418	7.011543394613082
4	14.318230739853487	9716.437068965517	256.48786584730755	7.048189091797472
5	14.024788223857797	9334.290102389079	264.94372309401473	7.1214804861662495
6	14.762038676526752	9642.402070750648	260.5366802069229	7.042081475600074
7	14.429429325187447	9720.867061812023	257.3775340183282	7.176449031942833
INTERVALO CONFIANZA	[14.189808091025393; 15.053619282635749]	[9390.571324985916; 9677.34230254647]	[253.8503392007672; 260.6394493237037]	[7.031100135799018; 7.176960172548347]

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ESCENARIOS
(BASADO EN INTERVALOS DE CONFIANZA DE LAS VARIABLES DE DESEMPEÑO)**

ASCENSOR O ESCENARIO	CAPACIDAD OCUPADA PROMEDIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO	TAMAÑO PROMEDIO COLA DE AFUERA	PORCENTAJE DE PERSONAS ATENDIDAS
1	[7.572483965101077; 8.576695846804416]	[12895.25901298226; 13350.573300723467]	[346.8986909634481; 357.75369365912536]	[2.903253238040974; 2.9920644933384697]
2	[14.403742029446185; 15.195198215841408]	[12604.94929465211; 12807.73536116127]	[332.30261780166245; 338.81160393512437]	[6.953646773591138; 7.203468127163684]
3	[7.824198512838221; 8.232910145694214]	[10906.319656978249; 11219.041882780046]	[293.9182940665271; 299.6579263717225]	[2.0606490317186883; 2.0962581358036476]
4	[14.189808091025393; 15.053619282635749]	[9390.571324985916; 9677.34230254647]	[253.8503392007672; 260.6394493237037]	[7.031100135799018; 7.176960172548347]

6. CONCLUSIONES

Según los resultados teniendo en cuenta el promedio, la varianza y el intervalo de confianza, el ascensor que mejor trabaja es el ascensor número 4. Por lo tanto el ascensor que se debe seleccionar es el ascensor número 4 con capacidad 6, tiempo de arranque de 5 seg. y tiempo de desplazamiento entre pisos de 30 seg. debido a que se evidencia una disminución en el tamaño promedio de cola y el tiempo de espera promedio. Adicionalmente, se incrementa la capacidad ocupada promedio y el porcentaje de personas atendidas.