



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

# Trabajo Práctico I

27 de mayo de 2017

Ingeniería de Software I

Integrante	LU	Correo electrónico
Lautaro Leonel Alvarez	268/14	lautarolalvarez@gmail.com
Daniela Marottoli	42/10	dani.marottoli@gmail.com
Matias Millasson	131/13	matiasmillasson@gmail.com
Ezequiel Puerta	812/09	armando.ezequiel.puerta@gmail.com
Juan Vanecek	169/10	juann.vanecek@gmail.com

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		



**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (54 11) 4576-3359

<http://dc.uba.ar>

## Índice

<b>1. User Stories</b>	<b>2</b>
1.1. Valores . . . . .	2
1.2. Tareas . . . . .	5
1.2.1. Primer user story . . . . .	5
1.2.2. Segundo user story . . . . .	6
1.2.3. Tercer user story . . . . .	6
<b>2. Diseño OO</b>	<b>8</b>
2.1. Diseño Alternativo . . . . .	8
<b>3. Formulas</b>	<b>11</b>

## 1. User Stories

### 1.1. Valores

A continuación enumeramos los *user stories* que especifican los requerimientos funcionales que componen el desarrollo del simulador.

Cada *user story* está acompañado por su *Business value* y sus *Story points*. La escala de los mismos es la siguiente:

**Business Value: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10**

**Story Points: 1-2-3-5-8-13-21**

1. Como un ingeniero quiero indicarle al simulador que considere la creación de un pozo nuevo para poder simular la extracción de petróleo y aumentar así la ganancia calculada.  
**Business Value: 9 - Story Points: 2**
2. Como un ingeniero quiero indicarle al simulador que considere la creación de una cantidad máxima de pozos en las parcelas con menor profundidad al yacimiento para reflejar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 6 - Story Points: 3**
3. Como un ingeniero quiero indicarle al simulador que considere la creación de una cantidad máxima de pozos en las parcelas cuya composición ofrezca menor resistencia a la perforación para reflejar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 6 - Story Points: 3**
4. Como un ingeniero quiero indicarle al simulador que considere la creación de una cantidad máxima de pozos en las parcelas con mayor presión inicial para reflejar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 6 - Story Points: 3**
5. Como un ingeniero quiero que el sistema no me permita excavar dos pozos en una misma parcela para agregarle realidad al simulador y de esa manera obtener valores mas factibles.  
**Business Value: 5 - Story Points: 1**
6. Como un ingeniero quiero que el sistema recalcule la presión del pozo luego de un día de extracción de producto para reflejar una rentabilidad mas certera en los números resultantes.  
**Business Value: 8 - Story Points: 5**
7. Como un ingeniero quiero indicar al sistema la creación de una planta separadora para considerar el gasto de separar el producto en petróleo, gas y agua, y de esa manera reducir lo que corresponda de las ganancias calculadas y obtener valores mas precisos.  
**Business Value: 7 - Story Points: 3**
8. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema la creación de un tanque de almacenamiento de agua o gas para considerar el gasto de su construcción y de esa manera reducir lo que corresponda de las ganancias calculadas y obtener valores mas precisos.  
**Business Value: 7 - Story Points: 3**
9. Como un ingeniero quiero que el sistema no permita extraer de los pozos conectados a una planta más producto del que la planta puede procesar para obtener resultados mas precisos.  
**Business Value: 5 - Story Points: 1**
10. Como un ingeniero quiero que el sistema no permita procesar más producto si su porcentaje de agua o gas supera lo que se puede almacenar en los tanques para agregar realidad al sistema, ya que esto no puede suceder y los números resultantes estarían muy lejos de ser verosímiles.  
**Business Value: 5 - Story Points: 1**

11. Como un ingeniero quiero que el sistema considere la ganancia obtenida por la venta de gas almacenado en tanques para reflejar la posibilidad de aumentar la ganancia en los números finales.  
**Business Value: 7 - Story Points: 2**
12. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que cuando se venda el gas almacenado en los tanques se recalcule el volumen disponible en ellos para poder reflejar el aumento de almacenamiento.  
**Business Value: 6 - Story Points: 2**
13. Como un ingeniero quiero que el sistema permita la reinyección en los pozos con agua y/o gas almacenados en los tanques para tener en cuenta la técnica de aumento de presión utilizado para extender la vida útil del yacimiento y así aumentar la ganancia final.  
**Business Value: 6 - Story Points: 8**
14. Como un ingeniero quiero que el sistema permita la reinyección de agua comprada en los pozos para tener en cuenta en los números finales, el gasto proveniente de utilizar la técnica de aumento de presión.  
**Business Value: 4 - Story Points: 8**
15. Como un ingeniero quiero que el sistema recalcule la composición del producto dentro del yacimiento luego de la reinyección, para que los números finales sean mas cercanos a la realidad.  
**Business Value: 6 - Story Points: 3**
16. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema cuál es la máxima cantidad que se puede reinyectar por día para evitar superar la capacidad de reinyección del yacimiento.  
**Business Value: 6 - Story Points: 1**
17. Como un ingeniero quiero que el sistema no permita la extracción de ningún pozo durante el mismo día de una reinyección para tener un cálculo de presión mas preciso.  
**Business Value: 3 - Story Points: 2**
18. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema cuál es el valor crítico de presión de los pozos que indica cuando empieza a ser recomendable reinyectar para evitar gastos innecesarios por reinyecciones no deseables.  
**Business Value: 5 - Story Points: 2**
19. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema cuál es el valor crítico (porcentaje de petróleo) que indica cuando un yacimiento llega a su fin operativo para finalmente sumarizar la ganancia total y desprejar posibles días futuros cuya actividad sea poco redituable.  
**Business Value: 9 - Story Points: 2**
20. Como un ingeniero quiero que el sistema calcule la ganancia obtenida por la venta del petróleo extraído cada día por cada pozo para aproximar la ganancia total del emprendimiento.  
**Business Value: 10 - Story Points: 8**
21. Como miembro del ministerio quiero poder consultar un log de acciones simuladas sobre un yacimiento para justificar el monto de la recaudación que se le aplicará a la empresa.  
**Business Value: 10 - Story Points: 8**
22. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema en qué día se inicia la excavación de un pozo para obtener una simulación mas versatil y realista.  
**Business Value: 6 - Story Points: 2**
23. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que inicie la excavación de un pozo lo antes posible para reflejar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 6 - Story Points: 3**

24. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema el alquiler de un RIG para tener en cuenta el costo que conlleva su alquiler durante la excavación de un pozo.  
**Business Value: 7 - Story Points: 3**
25. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema el gasto a insumir por cada RIG en cuanto al combustible (litros por día) para poder calcular gastos mas fieles a la realidad.  
**Business Value: 6 - Story Points: 2**
26. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema el gasto a insumir por cada RIG en cuanto al tiempo de perforación (potencia frente al terreno por profundidad del mismo) para poder calcular gastos mas fieles a la realidad.  
**Business Value: 6 - Story Points: 2**
27. Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema que simule la excavación de los pozos utilizando la máxima cantidad de RIGS en simultaneo para reflejar una posible estrategia utilizada por el equipo de ingeniería.  
**Business Value: 5 - Story Points: 5**
28. Como un ingeniero quiero poder indicar en qué momento se realiza la construcción de las plantas separadoras para obtener una simulación mas versatil y realista.  
**Business Value: 4 - Story Points: 5**
29. Como un ingeniero quiero poder indicar en qué momento se realiza la construcción de los tanques de almacenamiento para obtener una simulación mas versatil y realista.  
**Business Value: 4 - Story Points: 5**
30. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema la cantidad de pozos a utilizar por día durante la simulación de la extracción para obtener resultados mas cercanos a la realidad.  
**Business Value: 5 - Story Points: 3**
31. Como un ingeniero quiero indicarle al simulador que al momento de elegir los pozos a utilizar en el día, seleccione los que tengan mayor presión para reflejar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 5 - Story Points: 5**
32. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que siempre que se llegue a un determinado nivel de presión en un pozo, se reinyecte el agua almacenado en los tanques hasta llegar a un nivel específico para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 3 - Story Points: 8**
33. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que siempre que se llegue a un determinado nivel de presión en un pozo, se reinyecte el gas almacenado en los tanques hasta llegar a un nivel específico para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 3 - Story Points: 8**
34. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que siempre que se llegue a un determinado nivel de presión en un pozo, se reinyecte todo el gas y agua posible que se haya almacenado en los tanques hasta llegar al límite permitido por el yacimiento (comprando agua si es necesario) para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 2 - Story Points: 13**
35. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que siempre realice la venta del gas obtenido en la separación del producto para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 5 - Story Points: 5**
36. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que nunca se permita reinyectar en los pozos para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.  
**Business Value: 5 - Story Points: 5**

37. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que finalice su simulación luego de una cierta cantidad de años que refleja el momento cuando termina la licitación de la empresa ó cuando llegue a la dilución crítica de petróleo para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.

**Business Value: 2 - Story Points: 3**

38. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que finalice su simulación luego de superar cierto monto máximo de gastos ó cuando llegue a la dilución crítica de petróleo para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.

**Business Value: 2 - Story Points: 3**

39. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema que finalice su simulación al agotar la presión inicial de los pozos (sin reinyectar) ó cuando llegue a la dilución crítica de petróleo para considerar una posible estrategia del equipo de ingeniería.

**Business Value: 2 - Story Points: 3**

40. Como un ingeniero quiero indicarle al sistema cuales serán las parcelas del yacimiento donde se excavarán los pozos por medio de un mapa gráfico para facilitar el trabajo del equipo de ingeniería.

**Business Value: 1 - Story Points: 21**

## 1.2. Tareas

Dados los *user stories* enumerados anteriormente, seleccionaremos tres de ellos con el fin de detallar su motivación, dividirlos en tareas, hablar sobre la estimación en RRHH necesarios y los criterios de aceptación a utilizar.

### 1.2.1. Primer user story

13. Como un ingeniero quiero que el sistema permita la reinyección en los pozos con agua y/o gas almacenados en los tanques para tener en cuenta la técnica de aumento de presión utilizado para extender la vida útil del yacimiento y así aumentar la ganancia final.

**Business Value: 6 - Story Points: 8**

#### Tareas:

- Permitir determinar por parámetro reinyectar agua y/o gas.
- Permitir determinar por parámetro una cantidad a reinyectar.
- Vaciar la cantidad reinyectada de los tanques de almacenamiento correspondientes.
- Recalcular las presiones de los pozos.
- Loguear las acciones.

Notar que en una primera instancia, este user story no habla sobre recalcular la composición del yacimiento, por lo tanto los valores alterados no se verían reflejados, y en próximas extracciones, las cantidades de petróleo obtenidas, no serían correctas.

Para mejorar el efecto de este user story, se agrega el número 15, que precisamente recomienda implementar el recalcular de composición dentro del yacimiento luego de cada reinyección, con el fin de obtener cantidades mas precisas de petróleo extraído. De esta manera, la ganancia calculada será mas realista y certera.

**Estimación RRHH:** dado su story point igual a ocho creemos que se necesitan alrededor de 50 horas hombre para desarrollar esa tarea, por lo cual llevaría alrededor de dos semanas dicho spring.

#### Criterios de aceptación:

- Al inyectarse gas en un pozo la presión aumenta, se decrementa la cantidad inyectada del almacenamiento y se logea la acción.
- Al inyectarse agua en un pozo la presión aumenta, se decrementa la cantidad inyectada del almacenamiento y se logea la acción.

### 1.2.2. Segundo user story

**20.** Como un ingeniero quiero que el sistema calcule la ganancia obtenida por la venta del petróleo extraído cada día por cada pozo para aproximar la ganancia total del emprendimiento.

**Business Value: 10 - Story Points: 8**

#### Tareas:

- Dado cada pozo habilitado en el día, calcular cual es la cantidad de producto extraído.
- Dado cada planta separadora, calcular cual es la cantidad de petróleo obtenido del producto bruto.
- Calcular la ganancia total obtenida por el petróleo extraído.
- Registrar el resultado en el log.

**Estimación RRHH:** dado su story point igual a ocho creemos que se necesitan alrededor de 50 horas hombre para desarrollar esa tarea, por lo cual llevaría alrededor de dos semanas dicho spring.

#### Criterios de aceptación:

- Funcionamiento correcto un día con un pozo.
- Funcionamiento correcto varios días con un pozo.
- Funcionamiento de varios días con varios pozos.

### 1.2.3. Tercer user story

**27.** Como un ingeniero quiero poder indicarle al sistema que simule la excavación de los pozos utilizando la máxima cantidad de RIGS en simultaneo para reflejar una posible estrategia utilizada por el equipo de ingeniería.

**Business Value: 5 - Story Points: 5**

#### Tareas:

- Validar que es posible crear un pozo mas y que hay un RIG disponible. Si no hay ninguno y aún no se alcanzó el máximo de RIGS simultáneos, alquilar uno nuevo. Sino, esperar a que se libere el primer RIG ya alquilado y utilizarlo.
- Crear un plan de excavación con el RIG en cuestión y con la parcela que verifique algún criterio de aceptación o directamente que haya sido explícitamente elegida.
- Calcular el gasto de utilizar el RIG.
- Loguear las acciones.

Notar que según los user story que se hayan implementado previamente, el gasto de utilizar un RIG puede incluir no solo el costo de alquiler por mínima cantidad de dias, sino también el consumo de combustible y el tiempo extra utilizado para excavar (dado por la velocidad de excavación frente al terreno de la parcela en cuestión y por su profundidad).

**Estimación RRHH:** dado su story point igual a cinco creemos que se necesitan alrededor de 40 horas hombre para desarrollar esa tarea, por lo cual llevaría alrededor de dos semanas dicho spring.

**Criterios de aceptación:**

- Al intentar crear un pozo cuando no hay más parcelas libres el pozo no se crea.
- Al intentar crear un pozo cuando se alcanzó la cantidad máxima de pozos, el pozo no se crea.
- Al intentar crear un pozo cuando no hay RIGs disponibles y no se puede alquilar ninguno (ya se alcanzó la cantidad máxima de RIGs simultáneos) el mismo no se comienza a crear hasta que se libere alguno.
- Si se intenta crear un pozo y hay una parcela disponible pero ningún RIG, sin haberse alcanzado la cantidad máxima de RIGs simultáneos, el mismo se comienza a crear mediante el alquiler de un RIG nuevo.
- Si se intenta crear un pozo y hay una parcela y un RIG disponible se debe crear un plan de excavación, tener en cuenta el alquiler de la máquina y loggear la acción.



## 2. Diseño OO

### 2.1. Diseño Alternativo

El modelo se centra en un `SistemaDeGestionDePozos` que es el principal de los objetos y el que va a tener en cuenta toda la parametría dada por los ingenieros para simular el problema.

Este va a almacenar una colección de `PlanDeConstruccion` por cada cosa que quiera construir el ingeniero (Planta procesadora, pozo de extracción o tanques de almacenamiento). También se encarga de llevar el `CatalogoDeExcavadoras` y los `EventoSobrePozo`, es decir, las extracciones e inyecciones. La lógica de la medición de presión y potencial la extrajimos en un objeto `CalculadoraDePresion` aparte porque el enunciado pedía que fuera fácilmente parametrizable.

Es el sistema quien se encargará de que las construcciones que se deseen hacer sean compatibles con las que ya están en curso, por ejemplo, que no se usen excavadoras que estan siendo utilizadas en otro pozo, y que las extracciones y reinyecciones sean válidas (sobre pozos que estén terminados, que la planta procesadora también lo esté y haya tanques donde almacenar lo extraído, que no se extraiga un día si hay una reinyección, entre otros).

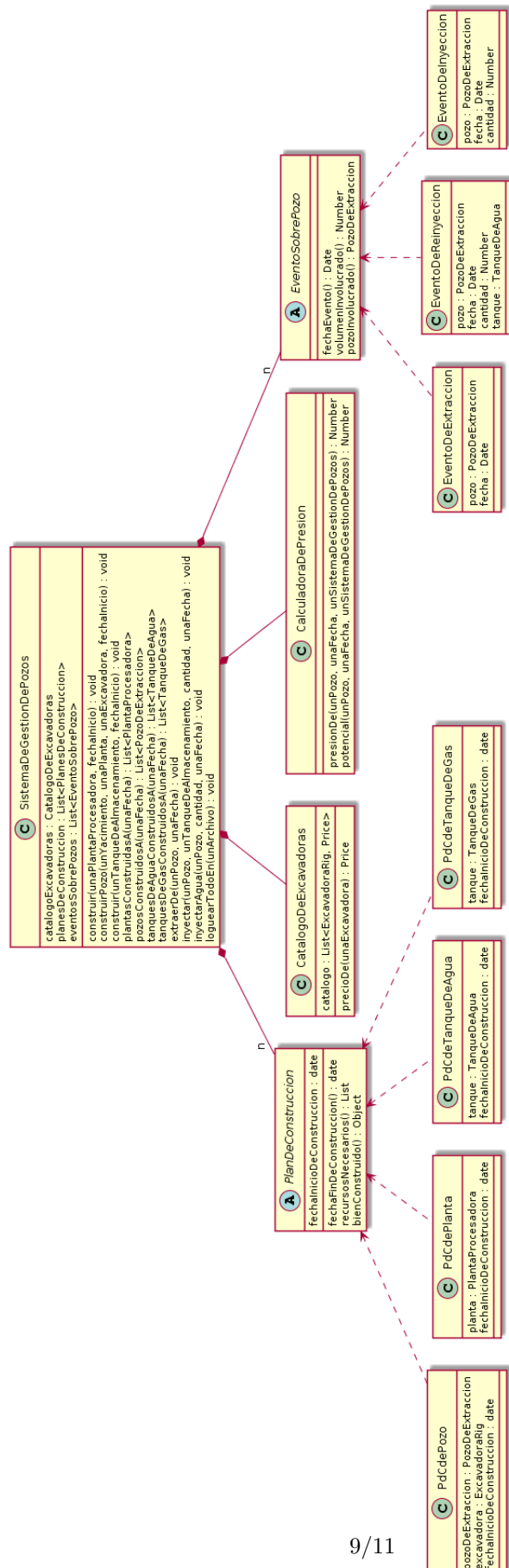
Teniendo así un sistema con una colección de planes de construcción y eventos sobre pozos válidos, se pueden ordenar por fecha y facilmente loguearlo en un archivo.

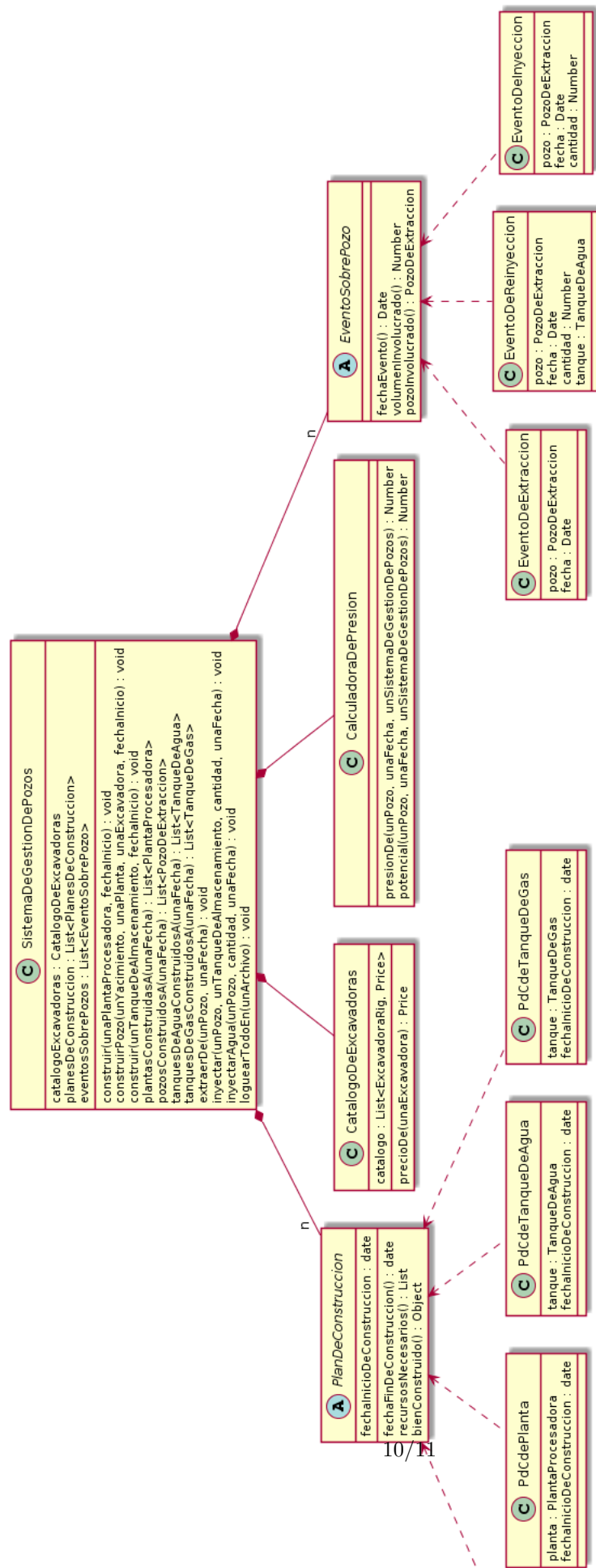
También puede llevar como parámetro el costo de un litro de agua, de gas y combustible para estimar el valor de inyectar agua comprada, de vender gas y el alquiler total de una excavadora, respectivamente.

El objeto `CalculadoraDePresion` se va a encargar de consultarle al sistema qué pozos están habilitados en un día, y cuales fueron los eventos hasta ese momento para calcular la presión y el potencial.

Cada `PlanDeConstruccion` conoce el bien material que está construyendo y una fecha de inicio que es definido por el usuario. Es para los pozos que además es necesario indicarle qué excavadora usar. Dados los requerimientos, se puede considerar que el sistema busque en el catálogo qué excavadora está disponible en la fecha que se quiere construir y simule la construcción con esa.

Los atributos del resto de los objetos `PlantaProcesadora`, `PozoDeExtraccion`, `ParcelaDeYacimiento`, `Yacimiento` y `MantoGeologico` son fácilmente entendible apartir del diagrama de clases:





### 3. Formulas

1. Presión de un pozo  $x$  en el día  $t$  después de haber sido construido:

$$P_{x,t+1} = \begin{cases} Undefined & \text{si } t < 0 \\ P_{bc_x} & \text{si } t = 0 \\ P_{x,t} e^{-\beta_i} & \text{si } t > 0 \text{ y no hay inyección en ese día para ese pozo} \\ P_{bc_x} V_i / VI & \text{si } t > 0 \text{ y hay inyección en ese día para ese pozo} \end{cases}$$

Siendo:

- $i$  el día *real* asociado al  $t$  ( $t$  es el offset desde el día de la construcción del pozo e  $i$  el offset desde el inicio de actividad en el yacimiento).
- $P_{bc_x} \in [3000, 3500]$  (en psi) presión de boca de pozo (inicial) para el pozo  $x$ .
- $VI \in [1 \times 10^7, 1 \times 10^9]$  (en  $m^3$ ) volumen inicial del producto en el yacimiento
- $V_i$  es el volumen total del producto en el reservorio que va quedando luego de  $i$  días de explotación:

$$V_i = VI - VE_i + VR_i$$

- $VE_i$  volumen total extraído en todo el yacimiento al día  $i$ , i.e, la suma del potencial de los pozos para cada día que se extrae:

$$VE_i = \sum_{x,t} V_{x,t}$$

- $VR_i$  volumen total reinyectado en todo el yacimiento al día  $i$ . (Ver que  $VR_i < VE_i$ )
- La constante  $\beta_i$  esta definida como:

$$\beta_i = \frac{V_i}{10 VI (NP_i)^{2/3}}$$

- $NP_i$  cantidad de pozos extrayendo en el día  $i$

2. Potencial del pozo  $x$  en el día  $t$  después de haber sido creado:

$$V_{x,t} = \alpha_1 \frac{P_{x,t}}{NP_i} + \alpha_2 \left( \frac{P_{x,t}}{NP_i} \right)^2$$

Siendo:

- $\alpha_1 \in [0.1, 0.6]$  (en  $m^3/\text{psi}$ ) una constante que es parámetro del simulador
- $\alpha_2 \in [0.005, 0.01]$  (en  $m^3/\text{psi}^2$ ) una constante que es parámetro del simulador