



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



## “Completación Dual Concéntrica BES-BES con Casing de 9 5/8” y Liner de 7”

Karla Johanna Betancourt Vera <sup>(1)</sup>  
Christian Javier Molina Sigcho <sup>(2)</sup>  
Héctor Román Franco <sup>(3)</sup>

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT)  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador

<sup>1</sup> Ingeniero de Petróleos, e-mail: kbetanco@espol.edu.ec  
<sup>2</sup> Ingeniero de Petróleos, e-mail: cmolina@espol.edu.ec  
<sup>3</sup> Ingeniero de Petróleos, e-mail: hroman@espol.edu.ec

### Resumen

*En el presente proyecto se presenta el mejor diseño para un pozo, en el cual se va a producir de dos zonas diferentes, siendo el objetivo determinar el mejor diseño de completación dual concéntrica para que los líquidos producidos no se mezclen nunca hasta llegar a superficie, además de obtener los mejores y convenientes costos de materiales para utilizar en nuestro diseño. Para el pozo seleccionado se cambia el sistema de levantamiento artificial, electrosumergible sencillo a un dual, luego se seleccionó una aplicación para la BES (Bomba Eléctrica Sumergible) como se utilizaron dos BES, para la zona inferior esta va encapsulada y en la zona superior va soportada por un bloque soporte (block support) y colocada en la herramienta Y (Y-Tool). Estos métodos son implementados en Ecuador durante los últimos años.*

*Se muestran los resultados del diseño así como el respectivo análisis económico, conclusiones y recomendaciones, de tal modo que lleguemos a una clara idea del diseño de completación dual concéntrica para un pozo en el oriente ecuatoriano planteado en este artículo.*

**Palabras Claves:** Bombas eléctricas sumergibles, Encapsulado, Bloque Soporte, Herramienta Y.

### Abstract

*In this project presents the best design for a well which will occur in two different areas, the aim being to determine the best dual concentric design completion for liquids produced do not mix never to reach area, in addition to obtaining the best and cost of materials suitable for use in our design. To change the selected well artificial lift system, a dual electrosumergible simple, then select an application to the ESP (Electrical Submersible Pump) and used two ESP to the bottom this is encapsulated in the upper zone is supported by a support block (block support) and placed in the tool and (Y-Tool). These methods are implemented in Ecuador in recent years.*

*Shows the results of the design and the respective economic analysis, conclusions and recommendations so that we get a clear idea of the dual concentric design completion for a well and the Ecuadorian raised in this article.*

**Keywords:** Electro Sumergible Pump, encapsulated, support block, Y-Tool.



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



### Introducción

A través de nuevas tecnologías, la industria del petróleo ha tratado de incrementar las reservas de los campos descubiertos. En muchos campos, los pozos atraviesan dos o más zonas de pago, las cuales son económicamente productivas, pero, por normas de producción, no está permitida la mezcla de dos o más zonas productoras, existiendo la limitación de producirlas desde un mismo pozo de forma independiente haciendo uso de algún tipo de levantamiento artificial.

La Completación Dual es un innovador método para optimizar los recursos e incrementar las reservas recuperables para una compañía, para lo cual se debe realizar un análisis del potencial recuperable, considerando las características de los yacimientos y fluidos a producir.

### Objetivos.

#### Objetivos Generales:

Demostrar mediante un análisis técnico-económico que el sistema de completación dual concéntrica BES-BES, implementada para un pozo con revestimiento de 9 5/8" y liner de 7", nos permitirá producir de dos zonas productivas diferentes en forma independiente.

#### Objetivos específicos:

Analizar el sistema de completación a ser implementado en un pozo tipo utilizando un sistema de completaciones dual concéntrica con bombas electrosumergibles.

Diseñar las bombas centrífugas superior e inferior a partir de los datos de las zonas productoras.

Realizar el diseño de la completación para una bomba inferior encapsulada y una bomba superior colgada.

Implementar una metodología para la armada y bajada de la completación dual concéntrica por etapas.

Realizar el análisis económico a partir de los indicadores económicos TIR y VAN para ver la factibilidad y viabilidad del proyecto.

### Estructura de trabajo

El sistema de Completación Dual, permite la optimización del poco espacio disponible en el interior de un pozo de producción de petróleo, de tal forma que se permita la producción independiente de las zonas potencialmente productivas que son atravesadas por el mismo pozo, y que por falta de desarrollo tecnológico no han podido ser explotadas.

Para la implementación de este sistema de completación debemos considerar las restricciones que presenta el pozo como, diámetros de los revestimientos y resistencia de los materiales, realizar la selección del tipo de tubería a utilizar, accesorios, tipo de empacadura, diseño de las bombas centrífugas y el costo de los mismos.

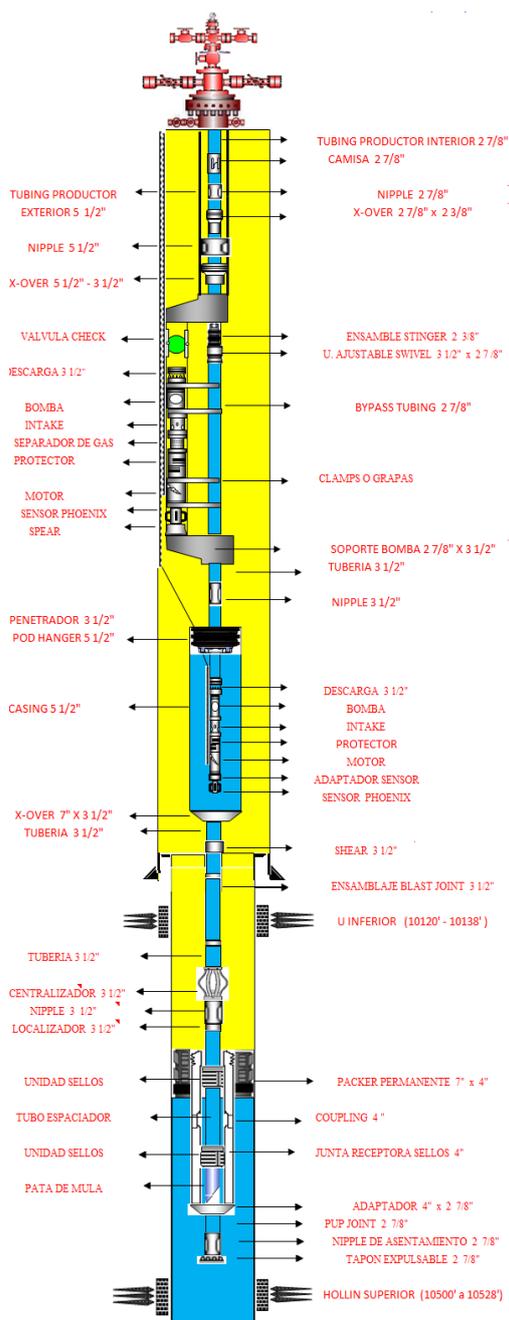
### Detalle

Para el diseño de una completación dual existen parámetros que tienen que ser tomados en cuenta al momento del diseño como: profundidad de asentamiento de la empacadura, longitudes de cada accesorio y tuberías, nivel de fluido en el pozo, pruebas de producción y restauración de presiones.

En este diseño la BES inferior va encapsula, para proteger al equipo, ubicándola sobre la empacadura, en la completación de fondo. La BES superior va colocada entre la herramienta Y (y-tool) y el bloque soporte, el cual va a soportar el peso del equipo electrosumergible y mantenerlo alineado y sujeto mediante grapas al by pass tubing, para que al momento de algún movimiento no se afloje o mueva ningún accesorio.

La completación dual es concéntrica para lo cual la tubería interna tiene que estar centrada con la tubería externa sobre la herramienta Y, creando un espacio anular y permitiendo que los fluidos no se mezclen y que cada zona producirá independiente, la zona inferior por la tubería interna y la zona superior por el espacio anular entre la tubería externa y la interna, para lo cual el cabezal también tiene que ser dual, es decir debe tener un juego de válvulas para la parte inferior y la superior y permitir la producción por líneas de flujo independientes.

La inyección de los químicos para el pozo tiene que tener líneas capilares independientes para cada zona productora o protección individual de cada equipo. Igualmente, los equipos de superficie son independientes para cada bomba electrosumergible.



**FIG 1: Completación dual concéntrica BES-BES para revestimiento de 9 5/8" con liner de 7" (Karla Betancourt y Christian Molina).**

### Análisis de costos beneficios

Se realiza el análisis económico de cada una de las aplicaciones, considerando el cambio de sistema de completación dual concéntrica BES-BES para un revestimiento de 9 5/8" y liner de 7". Los datos de las areniscas Hollín superior y U inferior se presentan a continuación:

Pws	Pwf	Pb	BFPD	BSW	IP	API	Pcab	TDH	Nivel sobre BES
4253Lpc	1398Lpc	435Lpc	600	55%	0,2	22	150Lpc	6910	2187'

Pws	Pwf	Pb	BFPD	BPPD	BAPD	BSW	API	IP	Pcab	TDH	Nivel sobre BES
2710Lpc	2278Lpc	812Lpc	1400	980	420	30,00%	21,6	1,88	150Lpca	5092	3570'

La Tabla-1 presenta los costos de las tuberías y accesorios a utilizar en la completación dual. En la Tabla-2 se analiza los costos de los servicios para la armada y la bajada de la completación dual. Y en la Tabla-3 y 4 se analiza los costos de reacondicionamiento para 25 y 18 días de operación.

COSTOS DE COMPLETACION DUAL CONCENTRICA			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
<b>COMPLETACION INFERIOR</b>			
TUBO CORTO 2 7/8" N=80 4.6 L/P. EUE (10' Y 20')	1650	3	4950
EMPACADURA permanente 7" x 4" 2 7/8 26 L/P. ESP. )	32450	1	32450
PROTECTORES DE CABLE EXPUESTO PARA TUBERIA DE 2 7/8"	4440	6	26640
CAMISA DESLIZABLE TPO 1.2 7/8" EUE	3960	1	3960
NO GO NIPPLE 2 3/8" (D=1.875")	1980	1	1980
JUNTA DE SEGURIDAD 2 3/8"	2400	1	2400
TUBERIA DE PRODUCCION 3 1/2"	26.6	167	4442.2
BLOQUE DE SOPORTE 2 3/8"	10400	1	10400
CLAMPS PARA BES, TUBERIA 2 3/8" BY PASS	1200	6	7200
UNION GRATORIA (S W I N E L) 2 7/8"	3300	1	3300
JUNTA TELESCOPICA CON SWIVEL DE 2 7/8"	11970	1	11970
VALVULA CHECK UNIDIRECCIONAL DE 2 7/8"	2880	1	2880
T. TOOLS 1 1/2" 11' L/P	16100	1	16100
PRONG 2 3/8" 4.6 L/P PARA SOPORTE DE BES	1360	1	1360
JUNTA RECEPTORA DE SELLOS (D=2.55")	5640	1	5640
UNIDADES DE SELLOS (DE=2.35")	1290	3	3870
ESPACIADOR DE SELLOS (DE=4.53" CON TOPE LOCALIZADA	1290	1	1290
PATA DE MULA 3.05" X 0.53" DE LONGITUD	390	1	390
TAPON EXPULSABLE 2-7/8" EUE W80 POP	110	1	110
TUBERIA DE BY PASS 2 3/8" 4.7 L/P. P=110 BOX P INROSAS	400	2	800
<b>TOTAL COMPLETACION INFERIOR</b>			<b>141992.2</b>
<b>COMPLETACION SUPERIOR</b>			
CABEZAL DUAL	35000	1	35000
X-OVER 3-1/2"	396	1	396
TUBO CORTO 5 1/2" N=80 12.6 L/P. NEW VAM	6300	2	12600
NIPLE DE ASENTAMIENTO 2-3/8"	290	1	290
X-OVER 2-3/8"	326	1	326
TUBERIA 2 7/8" N=80 4.7 L/P. EUE	18.7	159	2973.3
TUBERIA DE 5 1/2" 11' L/P. N=80. NEW VAM	38.5	160	6160
STANDING VALVE DE 1.875"	4560	1	4560
PROTECTORES DE CABLE PARA TUBERIA DE 2 7/8"	90	16	1360
Colgador del Tubing 2-7/8"	33.3	1	33.3
Colgador del Tubing de 3-1/2"	150	1	150
PROTECTORES DE CABLE PARA TUBERIA DE 5 1/2"	189	300	54000
<b>TOTAL COMPLETACION SUPERIOR</b>			<b>119239.8</b>
<b>TOTAL DE LA COMPLETACION DUAL CONCENTRICA</b>			<b>257148.8</b>

**Tabla 1: Análisis de costo de los accesorios y tuberías para la completación dual.**

SERVICIOS APLICADOS A LA ARMADA Y BAJADA DE LA COMPLETACION DUAL CONCENTRICA			
SERVICIO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO TOTAL
<b>PERSONAL TECNICO PARA ARMAR Y BAJAR COMPLETACION DUAL</b>			
OPERADOR DE COMPLETAMIENTO	1000	8	8000
MOVILIZACION/DESMOVILIZACION, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	6.5	150	925
<b>PERSONAL TECNICO PENETRADORES Y/O PROTECTORES DE CABLE</b>			
OPERADOR CERTIFICADO	1000	5	5000
OPERADOR AUXILIAR	800	5	4200
<b>SERVICIO DE LLAVES HIDRAULICAS</b>			
CORRIDA DUAL BES (PERSONAL Y HERRAMIENTAS DE 4 1/2" Y 2 3/8")	19290	1	19290
<b>TOTAL SERVICIOS</b>			<b>37385</b>
<b>GRAN TOTAL SERVICIOS MAS COMPLETACION DUAL</b>			<b>294565.8</b>

**Tabla 2: Análisis de costos de servicios de armada y bajada de la completación dual.**



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



COSTOS DE REACONDICIONAMIENTO PARA BAJAR COMPLETACION DUAL CONCENTRICA CON EVALUACION DE ARENA SUPERIOR 25 DIAS			
COSTOS TORRE DE REACONDICIONAMIENTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
MOVIMIENTO DE LA TORRE	5000	1	5000
OPERACION DE LA TORRE	218000	1	218000
SUPERVISION Y TRANSPORTE	18300	1	18300
<b>TOTAL COSTOS TORRE DE REACONDICIONAMIENTO</b>			<b>241900</b>
COSTOS OPERACIONE INSTALACION QUIMICOS Y FLUIDO DE CONTROL			
COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
EQUIPO DE SUBSUELO Y SUPERFICIE	720000	1	720000
SILUX LINE	1360	1	1360
UNIDAD DE CABLE ELECTRIC (WIRE LINE)	30860	1	30860
SUPERVISION E INSTALACION BES	26660	1	26660
UNIDAD DE BOMBEO	19660	1	19660
VACUUM	2000	1	2000
INSTALACION DE PROTECTORES Y QUICK CONECTOR	42000	1	42000
UNIDAD DE EVALUACION, BOMBA, ET Y TECNICO	19600	1	19600
<b>TOTAL COSTOS OPERACION E INSTALACION</b>			<b>1128210</b>
<b>TOTAL DEL REACONDICIONAMIENTO</b>			<b>1128310</b>

**Tabla 3: Análisis de costos de reacondicionamiento para bajar la completación dual en 25 días.**

COSTOS DE REACONDICIONAMIENTO PARA BAJAR COMPLETACION DUAL CONCENTRICA SOLO BAJADA DE LA COMPLETACION 18 DIAS			
COSTOS TORRE DE REACONDICIONAMIENTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
MOVIMIENTO DE LA TORRE	5000	1	5000
OPERACION DE LA TORRE	172000	1	172000
SUPERVISION Y TRANSPORTE	14350	1	14350
<b>TOTAL COSTOS TORRE DE REACONDICIONAMIENTO</b>			<b>191350</b>
COSTOS OPERACIONE INSTALACION QUIMICOS Y FLUIDO DE CONTROL			
COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
EQUIPO DE SUBSUELO Y SUPERFICIE	734400	1	734400
SILUX LINE	750	1	750
UNIDAD DE CABLE ELECTRIC (WIRE LINE)	13600	1	13600
SUPERVISION E INSTALACION BES	13200	1	13200
SPOOLER	4800	1	4800
VACUUM	1000	1	1000
INSTALACION DE PROTECTORES Y QUICK CONECTOR	42000	1	42000
<b>TOTAL COSTOS OPERACION E INSTALACION</b>			<b>1036000</b>
<b>TOTAL DEL REACONDICIONAMIENTO</b>			<b>1036100</b>

**Tabla 4: Análisis de costos de reacondicionamiento para bajar la completación dual en 18 días.**

COSTOS POR IMPLANTACION DEL SISTEMA	
<b>BHAD DUAL CONCENTRICA</b>	<b>257.140,80</b>
<b>SERVICIO ARRIADA Y BAJADA BHA</b>	<b>294.505,80</b>
<b>REACONDICIONAMIENTO 25 DIAS</b>	<b>1.128.310</b>
<b>EQUIPO DE SUBSUELO</b>	<b>306.238,60</b>
<b>EQUIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>510.323,96</b>
<b>GASTOS VARIABLES (IMPRESISTOS)</b>	<b>16.346</b>
<b>VALOR TOTAL DE LA IMPLANTACION</b>	<b>2.512.865,16</b>

**Tabla 5: Análisis de costo por implantación del sistema y gastos variables anuales.**

GASTOS FLUOS ANUALES			
DESCRIPCION	Valor Unit. (US Costo Anual)	Valor anual (\$) 1	Valor anual (\$) 2
Lubricacion cabezal	230	2	500
Costo de mantenimiento del Sistema	7,5	350590	2029470
<b>TOTAL</b>		2029870	88788,01 149808,29
INFLACION PARA AÑO 1	0,033		
INFLACION PARA AÑO 2	0,057		
Año 1	Año 2		
GASTOS VARIABLES	16885,418	17277,722	
GASTOS FLUOS	2716799,01	2738676,29	
GASTOS TOTALES ANUALES	2733684,428	2755954,012	
DEPRECIACION			
Activo	Valor Compra	Vida Contable	Depreciacion Anual (USD\$) Acumulada (USD\$)
Equipo de Superficie	1152338,6	5	230467,72 2 460935,44
Equipo de fondo	141902,2	5	28380,44 2 56760,88
<b>DEPRECIACION ANUAL TOTAL</b>	<b>257140,8</b>		<b>51428,16 102856,32</b>

**Tabla 6: Análisis gastos fijos anuales.**

Tenemos que analizar cual va hacer el ingreso por venta del crudo mediante diferentes precios por barril de crudo y calcular el VAN, TIR, tmar y concluir con estos resultados:

0,08%						
PRODUCCION II ARENAL ARENAL III				INGRESOS POR VENTA DE CRUDO		
pos	Comprob	DINARA	PRECIO POR BBL	INGRESOS ANUAL	INGRESOS ANUAL	INGRESOS ACUM
nov09	900	974	29 400	27	1.087.800	1.087.800
dic09	974	960	29 216	27	1.080.947	2.168.747
ene10	960	962	29 031	27	1.074.144	3.242.891
feb10	962	966	28 846	27	1.067.390	4.310.281
mar10	966	960	28 666	27	1.060.646	5.378.927
abr10	960	944	28 486	27	1.053.902	6.446.829
may10	944	938	28 306	27	1.047.158	7.514.987
jun10	938	932	28 126	27	1.040.414	8.583.401
jul10	932	926	27 946	27	1.033.670	9.652.071
ago10	926	920	27 766	27	1.026.926	10.720.997
sep10	920	914	27 586	27	1.020.182	11.790.179
oct10	914	908	27 406	30 828	1.013.438	12.859.617
nov10	908	902	27 226	27	1.006.694	13.929.311
dic10	902	896	27 046	27	1.000.000	15.000.000
ene11	896	890	26 866	27	993.256	16.071.256
feb11	890	884	26 686	27	986.512	17.143.768
mar11	884	878	26 506	27	979.768	18.217.536
abr11	878	872	26 326	27	973.024	19.292.560
may11	872	866	26 146	27	966.280	20.368.840
jun11	866	860	25 966	27	959.536	21.446.376
jul11	860	854	25 786	27	952.792	22.525.168
ago11	854	848	25 606	27	946.048	23.605.216
sep11	848	842	25 426	31 5 936	939.304	24.544.520
oct11	842	840	25 426	27	940.560	25.300.000

**Tabla 7: Análisis de cálculo de ingresos por venta de crudo anual a un precio por barril determinado de crudo.**

VAN Y TIR						
PRECIO POR BARRIL	VENTA	VOLUMEN DE CRUDO	INGRESO	PARTICIPACION	PARTICIPACION	PRECIO
Año 1	47	0	340.528	16,1634	100%	16,1634
Año 2	47	0	216.936	14,6402	100%	14,6402
FLUJO DE CAJA						
INGRESO	Año 1	Año 2	20.303.741,68			
DEPRECIACION	0					
IMPUESTOS	16.886,42 17.277,72					
IMPUESTOS	2.716.791,01 2.716.791,01					
DEPRECIACION	81.428,16 81.428,16					
TOTAL DE IMPUESTOS	2.798.676,59 2.815.816,81					
UTILIDAD BRUTA UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	19.168.364,08 19.488.147,81					
IMPUESTOS ANTES DE IMPUESTOS	2.817.771,19 2.817.275,83					
IMPUESTOS DESPUES DE IMPUESTOS	16.350.592,89 16.670.871,98					
IMPUESTOS DESPUES DE IMPUESTOS	4.037.871,69 4.037.871,69					
UTILIDAD NETA UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	12.312.721,20 12.632.980,29					
INVERSION INICIAL	2.488.618					
FLUJO DE CAJA	-2.488.618 11.217.982,91					
TIR	467%					
VAN	8.700.891,96					

**Tabla 8: Cálculo del VAN y TIR para un precio del crudo de 47 bbl para dos años.**

De la tabla 8 observamos que el VAN = 0, significa que recuperamos la inversión con los ingresos futuros, y obtenemos ingresos adicionales por encima de 8 millones, con un TIR de 467%, porcentaje muy alto a la tasa de actualización o tmar (80%), concluimos que el proyecto es económicamente rentable y viable, para un precio del valor de crudo 47 US\$/bbl.

En las siguientes tablas vemos si es factible esta completación con un precio de crudo de 37 US\$/bbl:

0,08%						
PRODUCCION II ARENAL ARENAL III				INGRESOS POR VENTA DE CRUDO		
pos	Comprob	DINARA	PRECIO POR BBL	INGRESOS ANUAL	INGRESOS ANUAL	INGRESOS ACUM
nov09	900	974	29 400	27	1.087.800	1.087.800
dic09	974	960	29 216	27	1.080.947	2.168.747
ene10	960	962	29 031	27	1.074.144	3.242.891
feb10	962	966	28 846	27	1.067.390	4.310.281
mar10	966	960	28 666	27	1.060.646	5.378.927
abr10	960	944	28 486	27	1.053.902	6.446.829
may10	944	938	28 306	27	1.047.158	7.514.987
jun10	938	932	28 126	27	1.040.414	8.583.401
jul10	932	926	27 946	27	1.033.670	9.652.071
ago10	926	920	27 766	27	1.026.926	10.720.997
sep10	920	914	27 586	27	1.020.182	11.790.179
oct10	914	908	27 406	30 828	1.013.438	12.859.617
nov10	908	902	27 226	27	1.006.694	13.929.311
dic10	902	896	27 046	27	1.000.000	15.000.000
ene11	896	890	26 866	27	993.256	16.071.256
feb11	890	884	26 686	27	986.512	17.143.768
mar11	884	878	26 506	27	979.768	18.217.536
abr11	878	872	26 326	27	973.024	19.292.560
may11	872	866	26 146	27	966.280	20.368.840
jun11	866	860	25 966	27	959.536	21.446.376
jul11	860	854	25 786	27	952.792	22.525.168
ago11	854	848	25 606	27	946.048	23.605.216
sep11	848	842	25 426	31 5 936	939.304	24.300.000
oct11	842	840	25 426	27	940.560	25.000.000

**Tabla 9: Análisis de cálculo de ingresos por venta de crudo anual a un precio por barril determinado de crudo.**





# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



4. Aún en el escenario pesimista, la utilidad proveniente de la inversión sigue siendo rentable, atractivo en comparación con cualquier otro proyecto, por lo que es viable la inversión.

Petroleum publishing Co, Tulsa Oklahoma, 1980.
5. Para un precio de crudo de 47 US\$/bbl, se tiene un TIR de 467%, siendo la utilidad neta para el año uno de 12'500.000 USD\$ y para el año dos de 11'000.000 USD\$, lo que demuestra que el proyecto es económicamente rentable

### Recomendaciones:

1. Realizar reuniones de seguridad entre todas las compañías involucradas en la armada, bajada y prueba de la completación dual, para discutir los riesgos asociados a la operación y los procedimientos operacionales a ser aplicados.
  2. Utilizar empresas de servicios con experiencia en la operación de completaciones duales, para evitar fallas técnicas en la instalación de los diferentes equipos: riesgo de pescado, demora en la instalación, aumento del tiempo de taladro, lo que incidirá en los costos.
  3. Inspeccionar las bodegas para inventariar y probar los equipos y misceláneos a utilizar en la bajada de la completación dual concéntrica, antes de ser transportadas para su armada y bajada en el pozo, para evitar falta de material, mal estado de cada una de las partes o equivocación en las especificaciones de los accesorios, tuberías y equipos.
  4. Mantener los parámetros de producción de acuerdo al análisis técnico realizado, para evitar una depletación temprana del yacimiento.
- [3] Seminario de Completaciones usadas en pozos del oriente ecuatoriano, Héctor Román, ESPOL, 2009.
  - [4] Completación dual concéntrica pozo Sacha-165D, Análisis de Factibilidad, Gonzalo Echeverría, Juan Chiriboga y Héctor Román, 2004.
  - [5] Seminario de Completaciones, Héctor Román, Quito, 2006.
  - [6] Especificaciones de herramientas y-tool. <http://www.vatools.com/productos.shtml>
  - [7] Bomba Electrosumergible [www.slb.com](http://www.slb.com)
  - [8] Bomba Electrosumergible [www.bakerhughes.com](http://www.bakerhughes.com)

### Bibliografía:

- [1] Apuntes de la materia Completación, Héctor Román, 2009.
- [2] The technology of artificial lift methods, Vol. 2B, Kermit Brown,