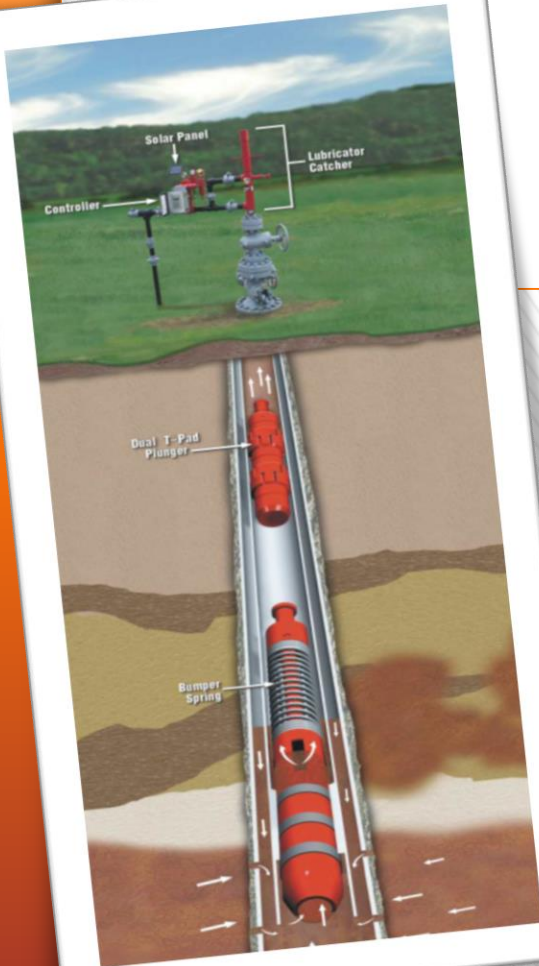


Bombeo hidráulico tipo jet



Historia del Bombeo Hidráulico

- » Las bombas hidráulicas de subsuelo aparecieron en la industria en 1875.
- » Faucett inventó una bomba de pistones accionados con vapor.
- » Por el tamaño de la bomba y su instalación la bomba no fue comercial
- » Para finales de los años 30, miles de pozos estaban siendo operados por bombas hidráulicas reciprocantes

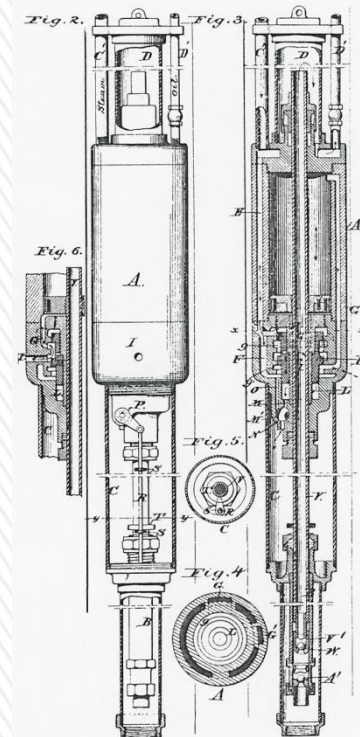


Fig. 1— H. W. Faucett Bottom Hole Steam Pump.



BOMBEO HIDRAULICO

El bombeo hidráulico es un sistema de levantamiento artificial para producción de pozos petroleros, donde mediante un fluido presurizado se transmite potencia a una bomba en el fondo del pozo.

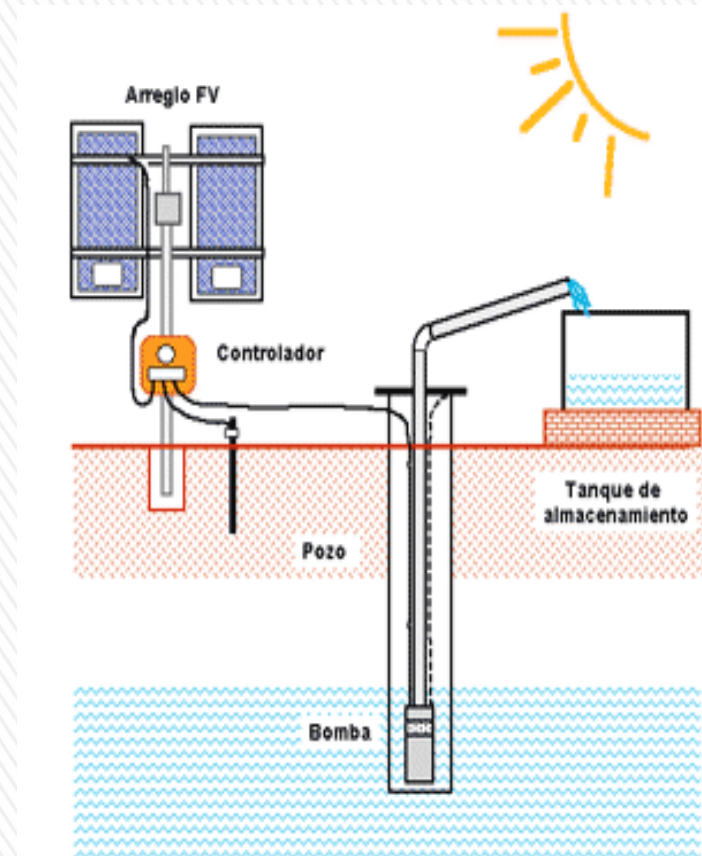
La bomba de subsuelo actúa como un transformador para convertir la energía del fluido motriz a energía potencial o presión en los fluidos producidos.



PRINCIPIO HIDRAULICO

El bombeo hidráulico se basa en un principio sencillo:

“La presión ejercida sobre la superficie de un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones”.



COMPONENTES DEL EQUIPO

EQUIPO DE SUPERFICIE

- Tanques de almacenamiento
- Bombas de superficie
- Separador
- Múltiples de control
- Válvula de control
- Lubricador

EQUIPO DE SUB-SUELO

- Sistema de fluido motor
- Sistema de fluido cerrado FMA
- Bombas Hidráulicas

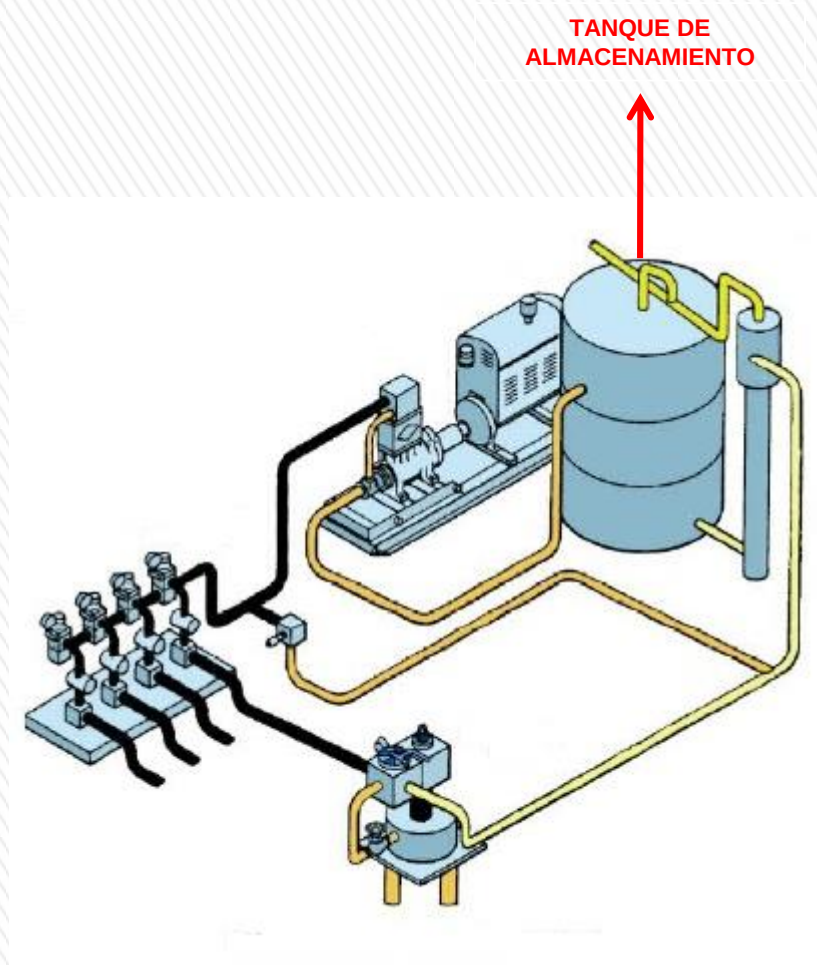


EQUIPO DE SUPERFICIE

» TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El fluido de potencia, bien sea agua o petróleo es manejado en un circuito cerrado, el cual debe disponer de su propio tanque de almacenamiento y equipos de limpieza de sólidos.

Estos equipos operan independientemente de las operaciones en las estaciones de producción



•BOMBAS DE SUPERFICIE

BOMBAS RECIPROCANTES

Son las comúnmente denominadas bombas dúplex, triplex o quintuplex

Bombas de desplazamiento positivo de acción simple

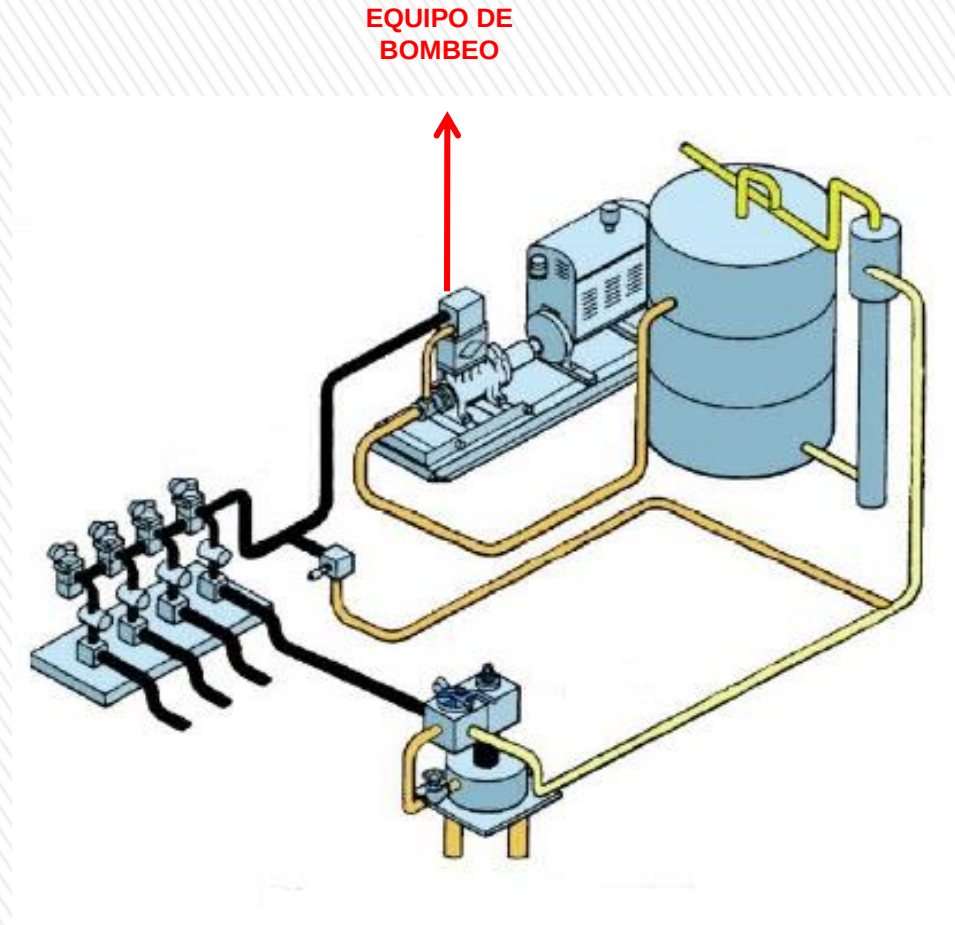
A)BOMBAS TRIPLES:

Estas bombas usan: émbolo, camisa de metal a metal, válvula tipo bola.

B) BOMBAS MÚLTIPLES:

Tienen un terminal de potencia y una de fluido.

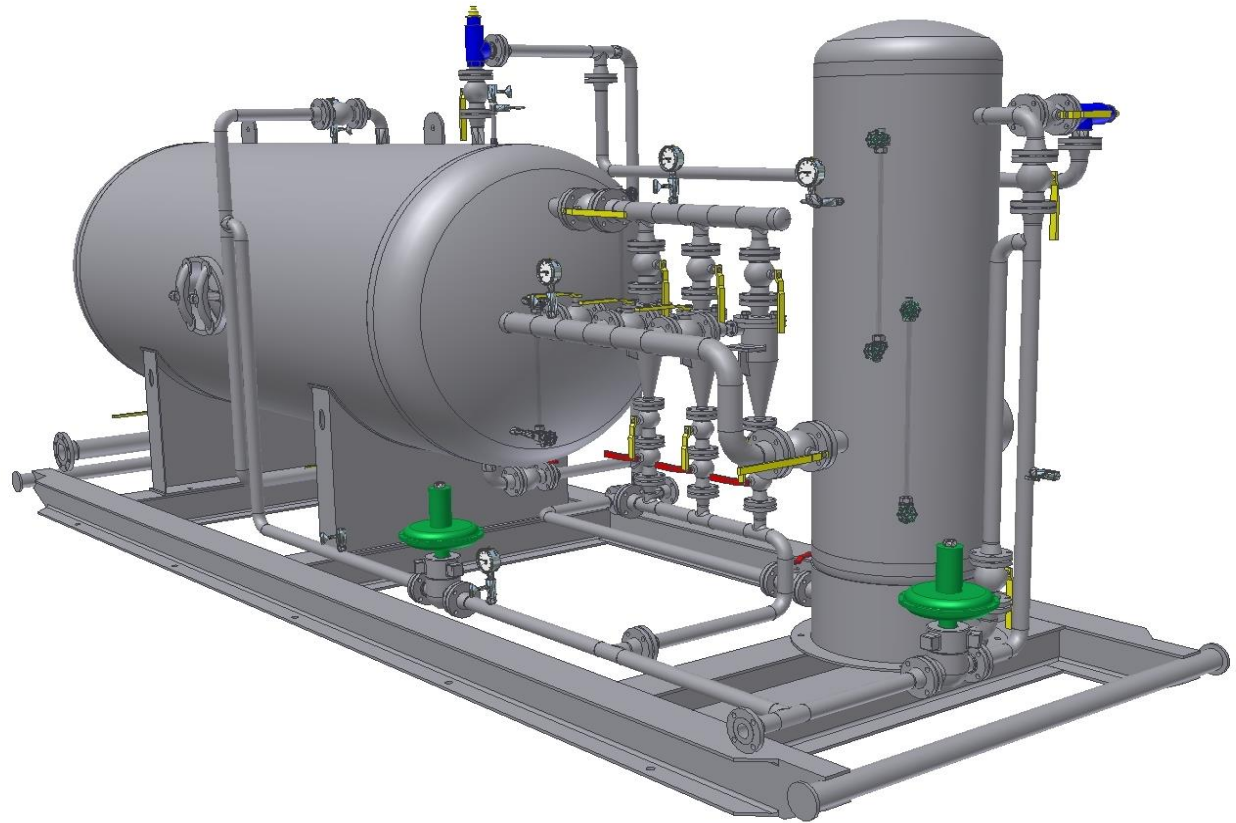
- El terminal de potencia comprende, entre otras partes: el cigüeñal, la biela y los engranajes



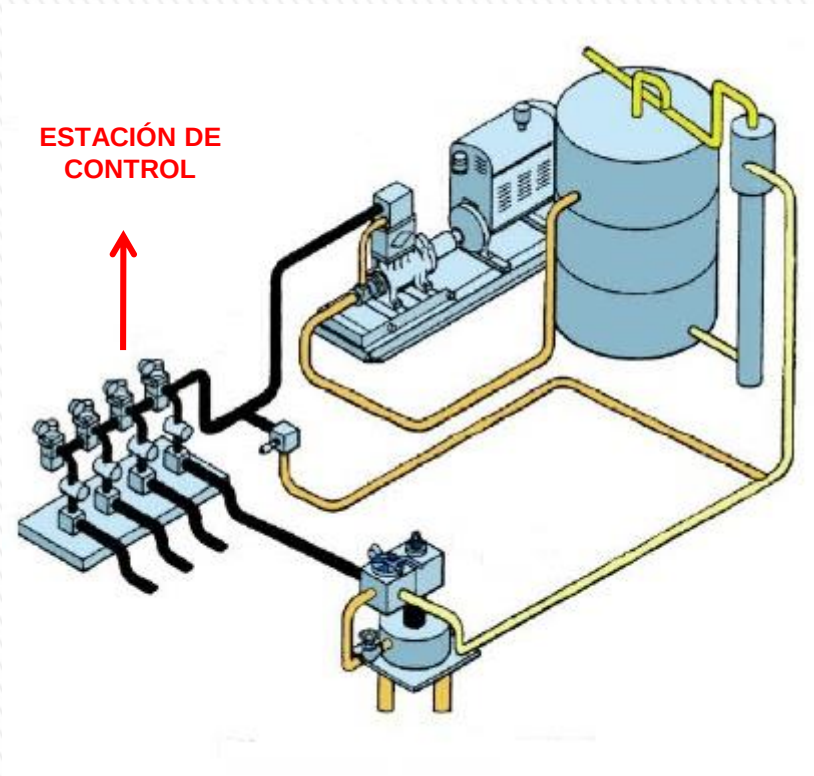
» SEPARADOR

Dichos equipos pueden ser bifásicos, si sólo tienen que separar una fase gaseosa de una líquida, o trifásicos, si deben además separar dos fases líquidas.

Su configuración puede ser horizontal o vertical, dependiendo de los caudales de cada fase a procesar.

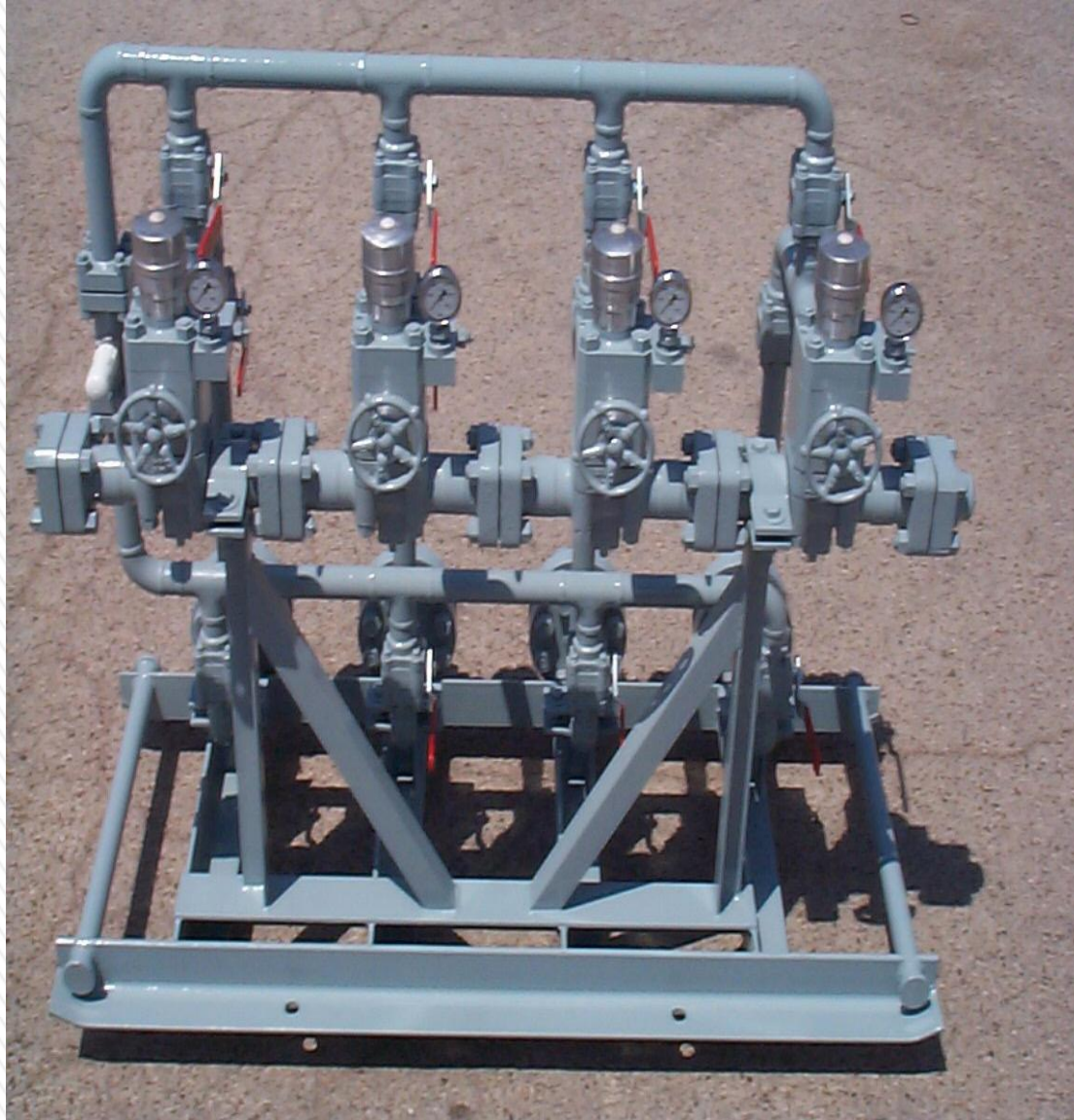


» MÚLTIPLES DE CONTROL



Para regular y distribuir el suministro de fluido de potencia a uno o más pozos, se usan varios tipos de válvulas de control. La válvula común a todos los sistemas de bombeo libre es la de cuatro vías o válvula control del cabezal del pozo

Hay dos tipos: cabezal del pozo con válvulas de 4 vías y el tipo de árbol de navidad.



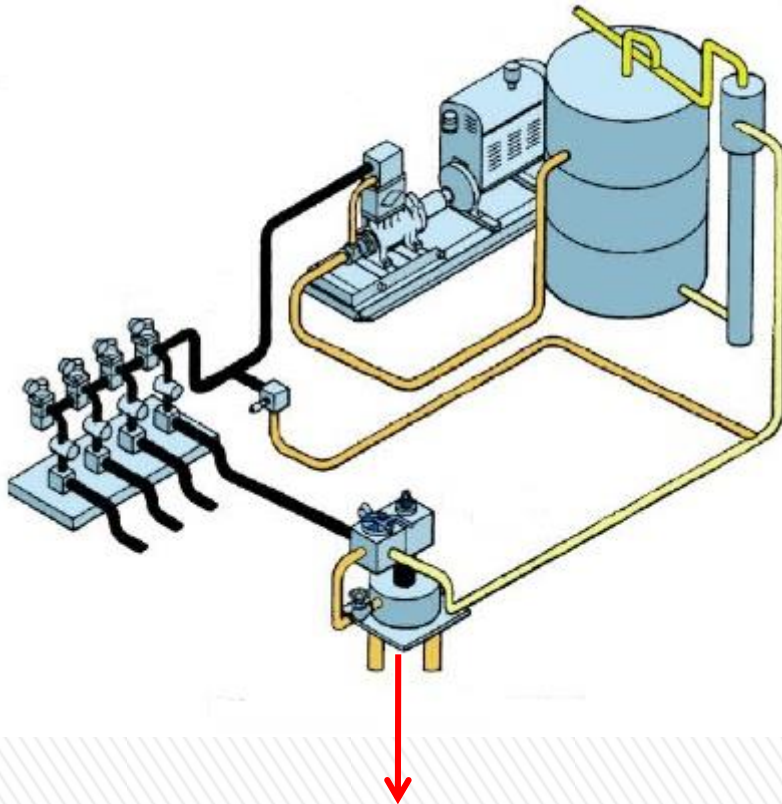
MULTIPLEX
DE FLUIDO
MOTRIZ
PARA
VARIOS
POZOS



VÁLVULA DE CONTROL

» regula la presión en el lado común del fluido de potencia del múltiple.

La válvula de control de flujo constante rige la cantidad de fluido de potencia que se necesita en cada pozo cuando se emplea una bomba.

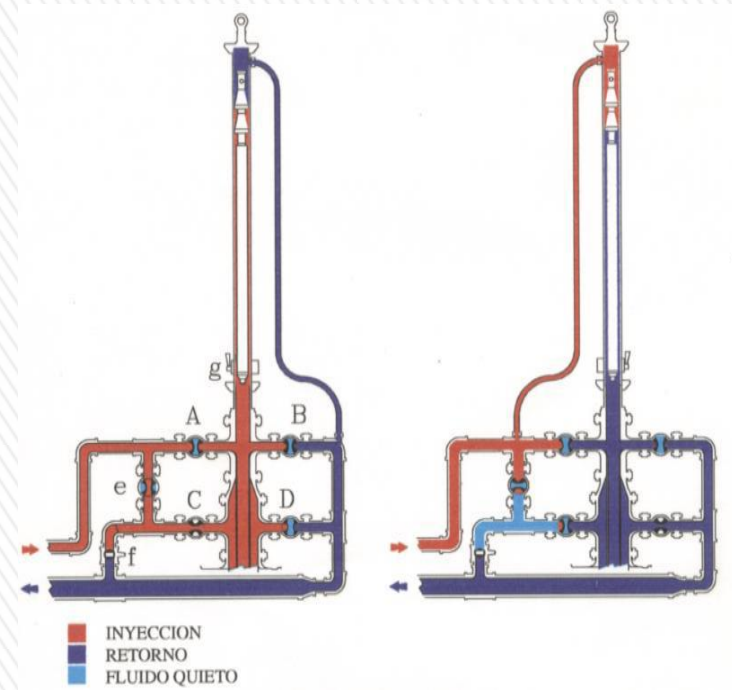


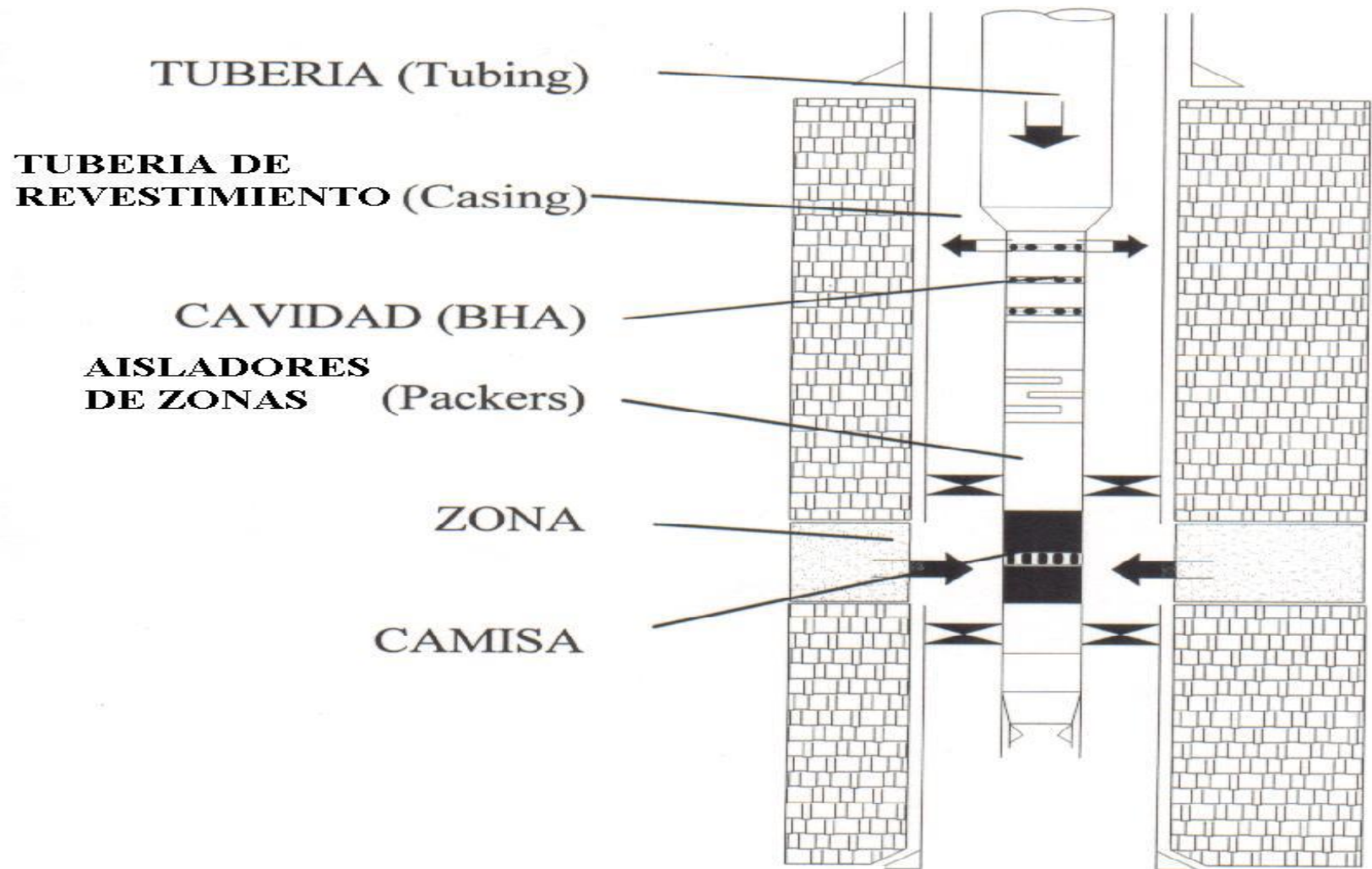
VALVULA DE CONTROL



LUBRICADOR

- » Es una pieza de tubería extendida con una línea lateral para desviar el flujo de fluido cuando se baja o se extrae la bomba del pozo. También se utiliza para controlar la presencia de gases corrosivos que pueden obstaculizar la bajada de la bomba o su remoción del pozo





- Aisladores de Zonas (Packer) Son elementos cuyo mecanismo mecánico o hidráulico hacen que sellen las paredes del casing y el tubing.

- Camisas. Van colocadas directamente en el intervalo de la arena productora, así permiten que solo el fluido de la arena en que dicho elemento se encuentra ingrese. Se abren y cierran con “Shifingtool”. Alojjan la Bomba Jet Claw.

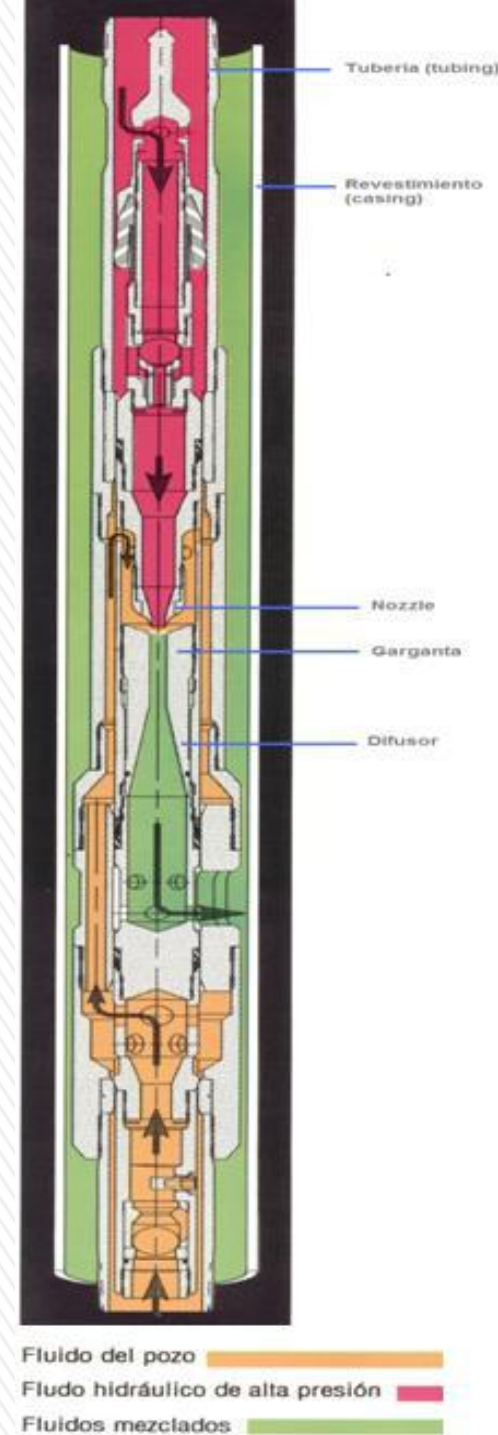
- Válvula de pie(Standing Valve)

Son necesario en sistemas abiertos para crear el efecto “U” y prevenir que el líquido que está circulando regrese de nuevo al reservorio

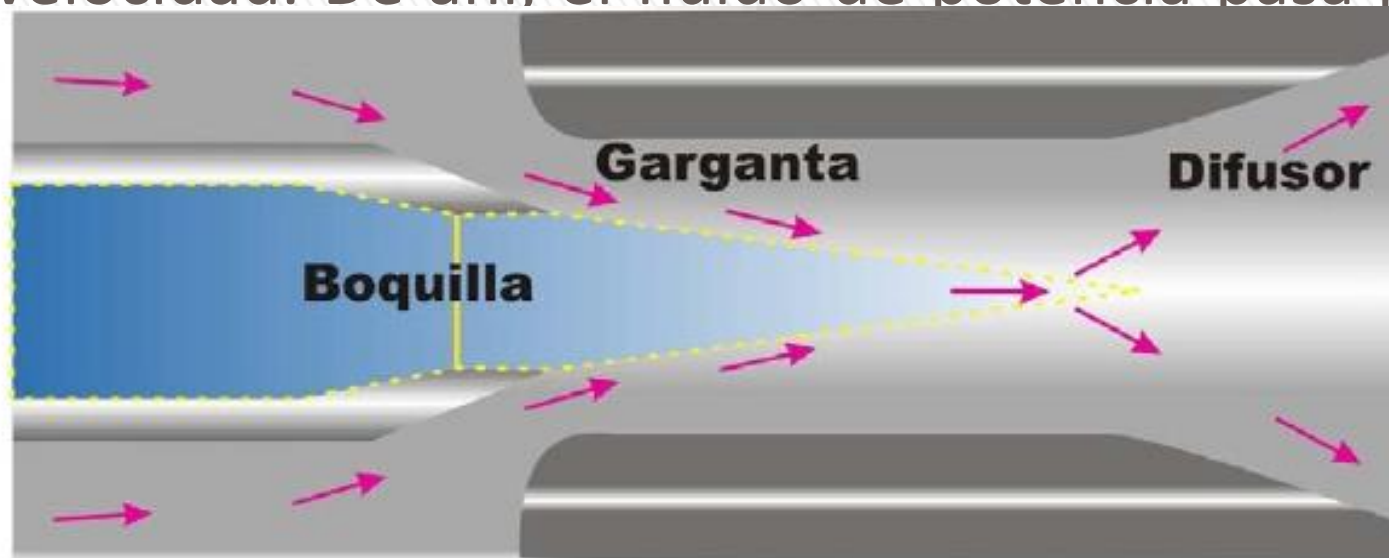


BOMBEO HIDRAULICO TIPO JET

- » Es un tipo de bomba hidráulica que convierte el fluido , en un chorro de alta velocidad que se mezcla directamente con los fluidos del pozo.
- » La bomba de subsuelo actúa como un transformador convirtiendo la energía del fluido motriz en energía potencial o presión sobre los fluidos producidos.



» La bomba hidráulica tipo jet es el método técnicamente más sencillo de todos los sistemas de levantamiento artificial. El sistema consta de una bomba tipo Venturi, la cual consta de una boquilla, una garganta y un difusor. Donde se originará un diferencial de presión y se aumenta la velocidad. De ahí, el fluido de potencia pasa por



se
un



C A R A C T E R I S T I C A S

La relación entre el área del nozzle y el área de la garganta, determina el intercambio entre la cabeza producida (P descarga) y la tasa de flujo (BPPD).

El rendimiento de las bombas jet depende en parte de la presión de descarga que a su vez es influenciado por la tasa gas/líquido (GOR) en la columna de retorno hacia la superficie. Valores grandes de GOR reducen la presión de descarga.

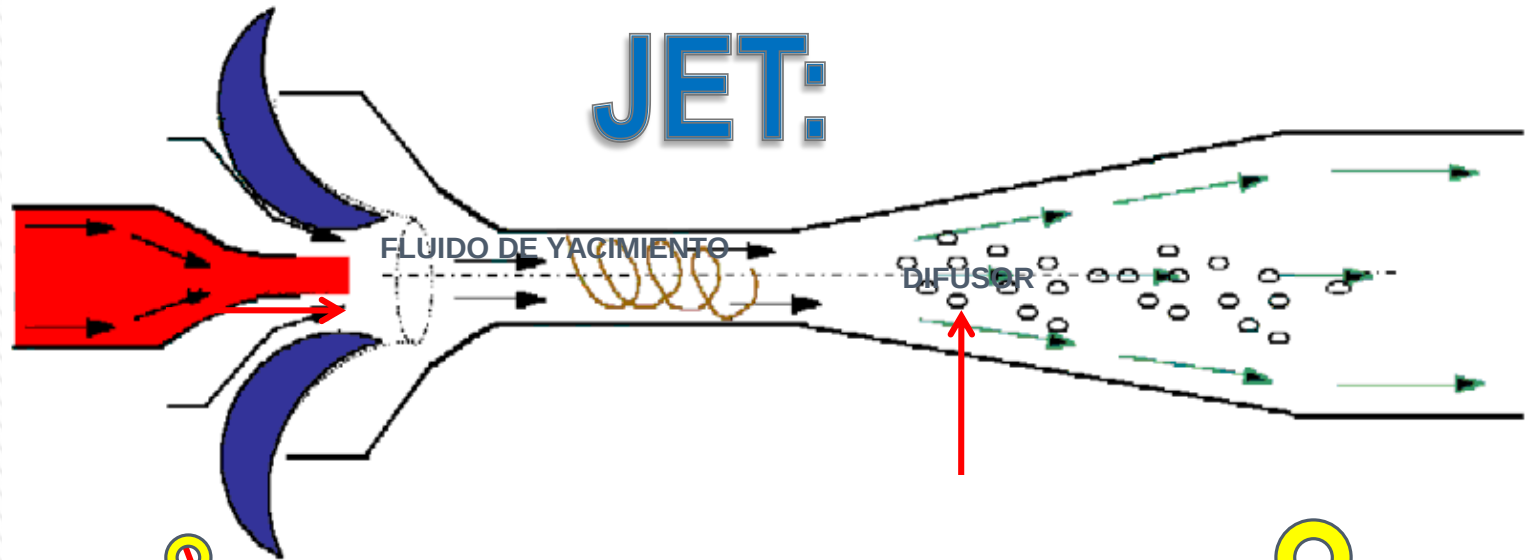
La cantidad de fluido motriz depende del tamaño del nozzle y la presión de operación, a medida que la presión del fluido motriz aumenta, el poder de levantamiento de la bomba aumenta.

La tasa de fluido motriz adicional hace que el gas/líquido disminuya, provocando que aumente el levantamiento efectivo



DINÁMICA DE LA BOMBA

JET:



FLUIDO DE POTENCIA

BOQUILLA

GARGANTA

FLUIDO DE PRODUCCION

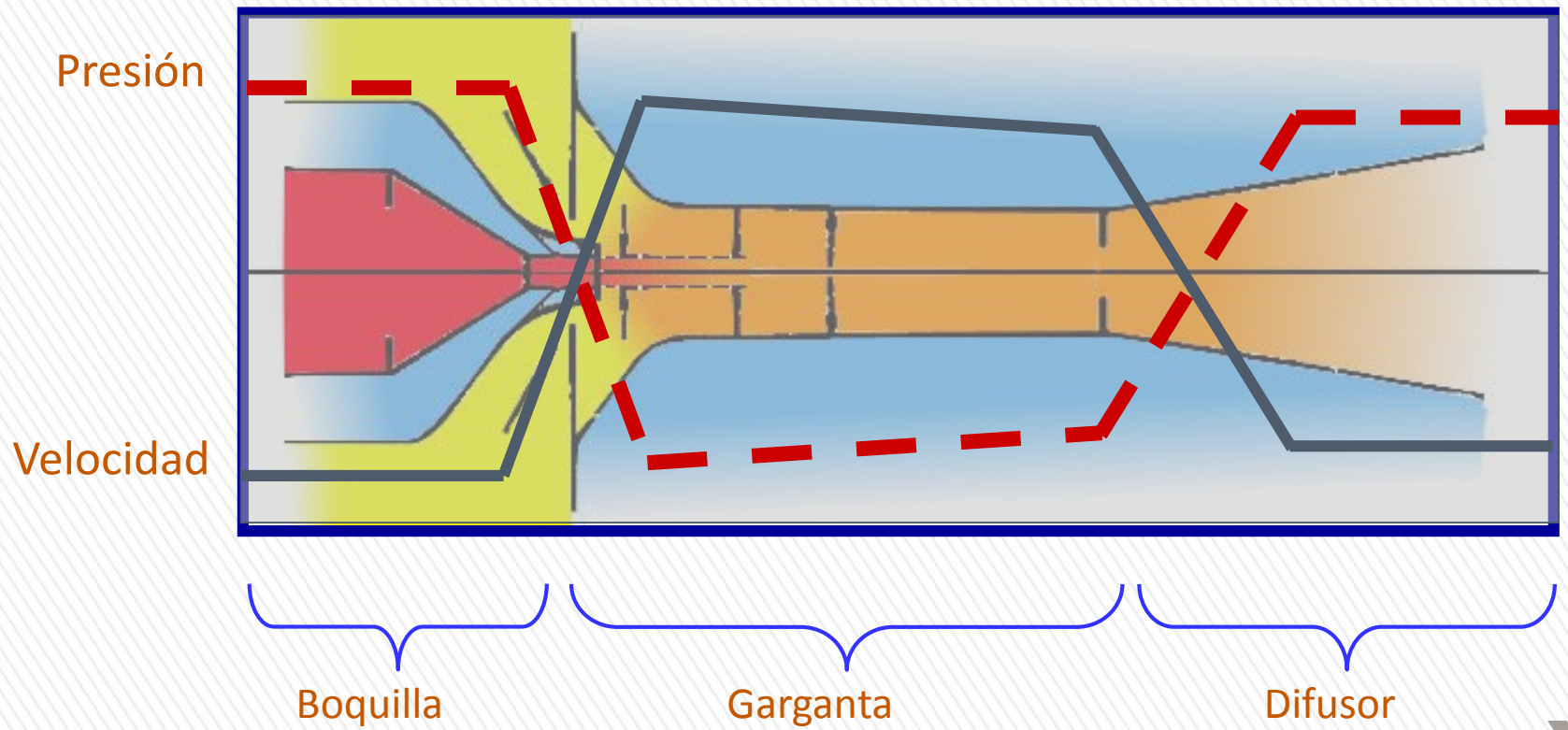


CAPACIDADES DE FUNCIONAMIENTO

- » Caudales de producción desde 100 hasta 15.000 BPD - ajustables en la superficie, del 20 a 100% de capacidad
- » Profundidades de operación mayores de 15.000 pies
- » Selección de bombas de chorro de pistón de desplazamiento positivo para que funcionen en tubos de 2" a 4 pulgadas
- » Las bombas de chorro manejan altas relaciones de gas/petróleo, y fluidos del pozo que son arenosos, corrosivos o de alta temperatura
- » Uso del agua o crudo producido como fluido de potencia
- » Sistemas de fluido de potencia cerrados para que las instalaciones de la bomba de pistón aíslen el fluido de potencia de la producción



PERFIL DE PRESIÓN Y VELOCIDAD



BOMBA JET

La **ausencia de partes móviles** estrechamente ajustadas permite a la bomba Jet Claw tolerar fluidos de producción y motriz **abrasivos y corrosivos** que para el caso de otros sistemas el levantamiento artificial son limitaciones importantes.

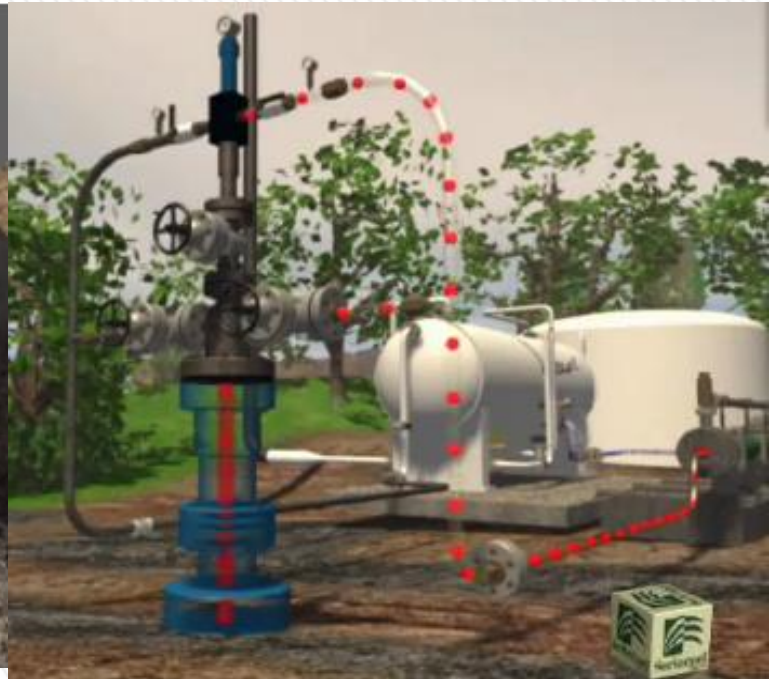
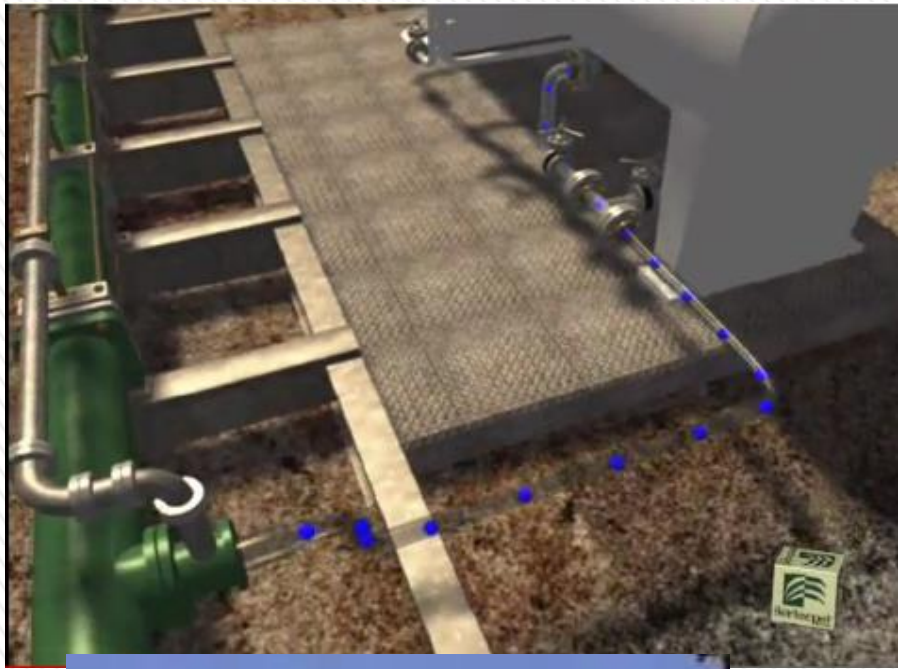
La garganta y la boquilla son construidas de **carburo de tungsteno** o de materiales cerámicos.

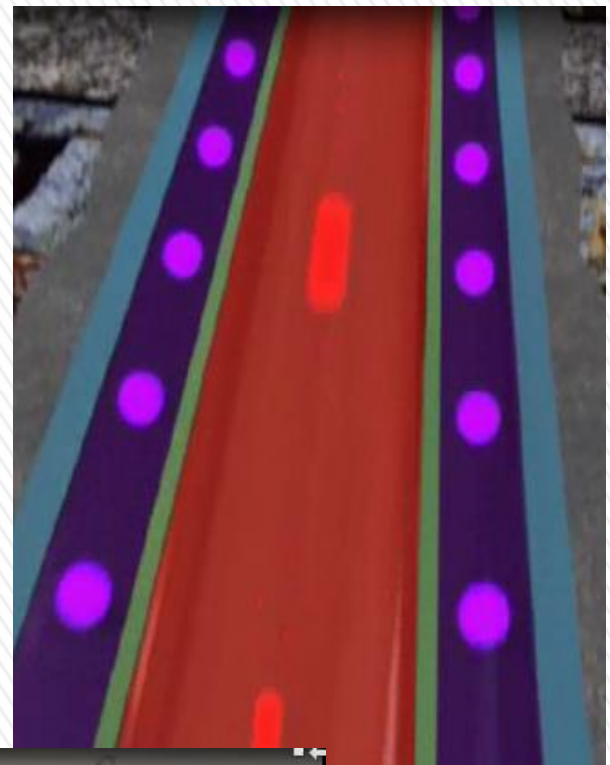
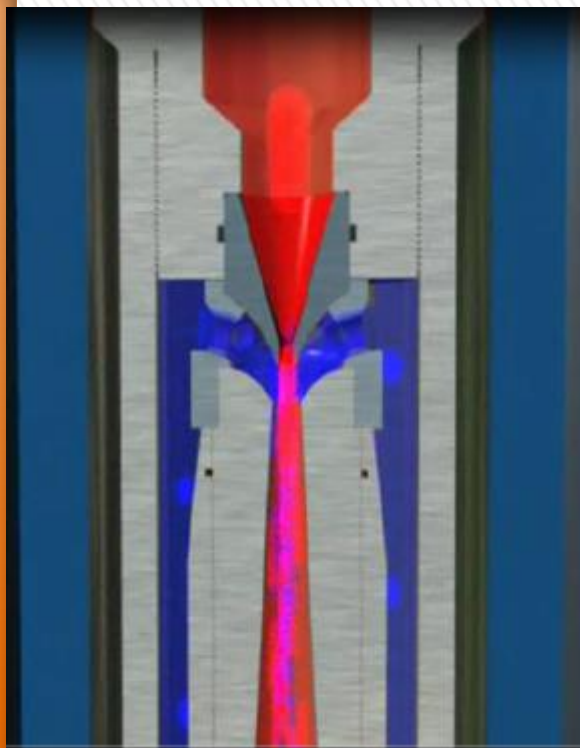




ENTO



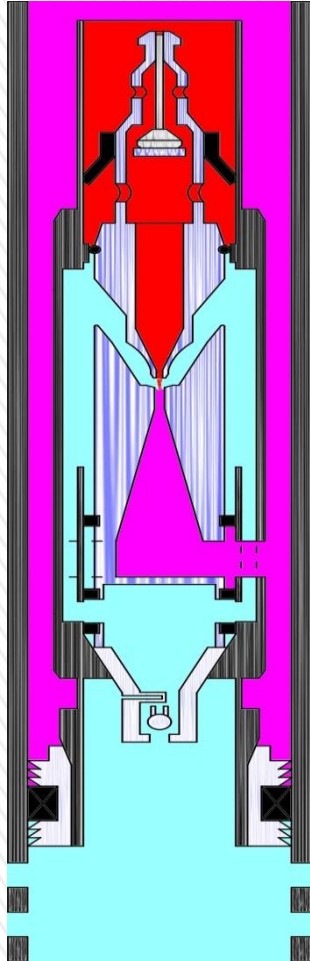




VENTAJAS

- » Flexibilidad en la rata de producción.
- » Cálculo de la Pwf en condiciones fluyentes por el programa de diseño.
- » No tiene partes móviles lo que significa alta duración y menor tiempo en tareas de mantenimiento.
- » Puede ser instalada en pozos desviados.
- » Pueden ser fácilmente operadas a control remoto.
- » Puede bombear todo tipo de crudos, inclusive crudos pesados.
- » Incrementa la producción en pozos con problemas de emulsiones.
- » Permite mantener limpia la tubería cuando se presentan parafinas y escamas que se adhieran a esta.
- » Estabiliza la producción.
- » Algunas veces no requiere energía externa.
- » Se puede recuperar la bomba tipo jet .
- » Es una instalación muy barata.
- » Es aplicable a pozos de alta producción de gas.
- » Puede ser usado en conjunto con gas lift intermitente.





- » Las bombas de subsuelo pueden ser circuladas o recuperadas hidráulicamente.
- » La bomba Jet es fácilmente optimizada cambiando el tamaño de la boquilla y la garganta.
- » Muy apropiadas para instalación de medidores de presión debido a su baja vibración.
- » Muy apropiadas para zonas urbanas o cerca de zonas urbanas, plataformas costa afuera y zonas ambientalmente sensibles.
- » Puede manejar fluidos contaminados con CO₂, SO₂, gas y arena.
- » Adaptabilidad para uso en una **camisa deslizante** y capacidad de manejar producción con gas.



DESVENTAJAS

- Requieren alto caballaje (mayor de 200 HP)
- Requiere alta presión de fondo fluyente (150 lpc /1000 pies).
- El diseño de la bomba es bastante complejo por las variadas combinaciones geométricas disponibles.
- La eficiencia de las bombas jet es baja (26% a 33%).
- Mayor riesgo en las instalaciones de superficie por la presencia de altas presiones
- Falta de conocimiento en operación e ingeniería.
- Su rango de producción es muy bajo.
- Requiere de vigilancia continua para su normal desarrollo.
- No puede funcionar hasta la depleción del pozo. Se podrá requerir de otro método.
- Bueno para pozos de baja producción. Menor a 200 BOPD.
- Se requiere comunicación entre el tubing y el casing para una buena operación.
- En pozos donde se tiene un alto corte de agua se requiere inyectar químicos para bajar **emulsión** producida por la jet en los tanques de almacenamiento.



Conceptos técnicos

Jet Pump

Las bombas del tipo "Jet" operan bajo la acción de un fluido a alta presión(Jet) y el efecto venturi que este provoca al pasar a través de un orificio. El fluido motriz(power fluid) a alta presión y baja velocidad es convertido a un fluido de baja presión y alta velocidad al pasar por un orificio(nozzle). La presión a la entrada de la garganta (throat) disminuye logrando que el fluido proveniente del reservorio ingrese a la succión de la bomba (cámara de mezcla) debido a la mayor presión del mismo.



- Luego de efectuarse la mezcla en la cámara, comienza la acción de bombeo de la mezcla entre el fluido del reservorio y el fluido motriz(power fluid). Cuando la mezcla entra en la zona del difusor se produce una disminución en la velocidad y un aumento en la presión de descarga, lo suficientemente alta como para llegar a superficie. Un gran numero de combinaciones de "orificios-garganta" se encuentran disponibles en el mercado, las cuales serán seleccionadas en función del caudal a extraer y las disponibilidad de caudal y presión en superficie.



bombeo hidráulico

tipo jet

- Su principio de funcionamiento se basa en la transferencia de energía entre el fluido de inyección y fluido producido, cuando el fluido inyectado atraviesa el nozzle en el fondo del pozo se produce la transformación de energía potencial en energía cinética (principio de venturi) lo que fundamentalmente causa la producción del fluido de pozo.
- la ausencia de partes móviles estrechamente ajustadas permite a la bomba jet tolerar fluidos de producción y motriz abrasivos y corrosivos que para el caso de otros sistemas el levantamiento artificial son limitaciones importantes.

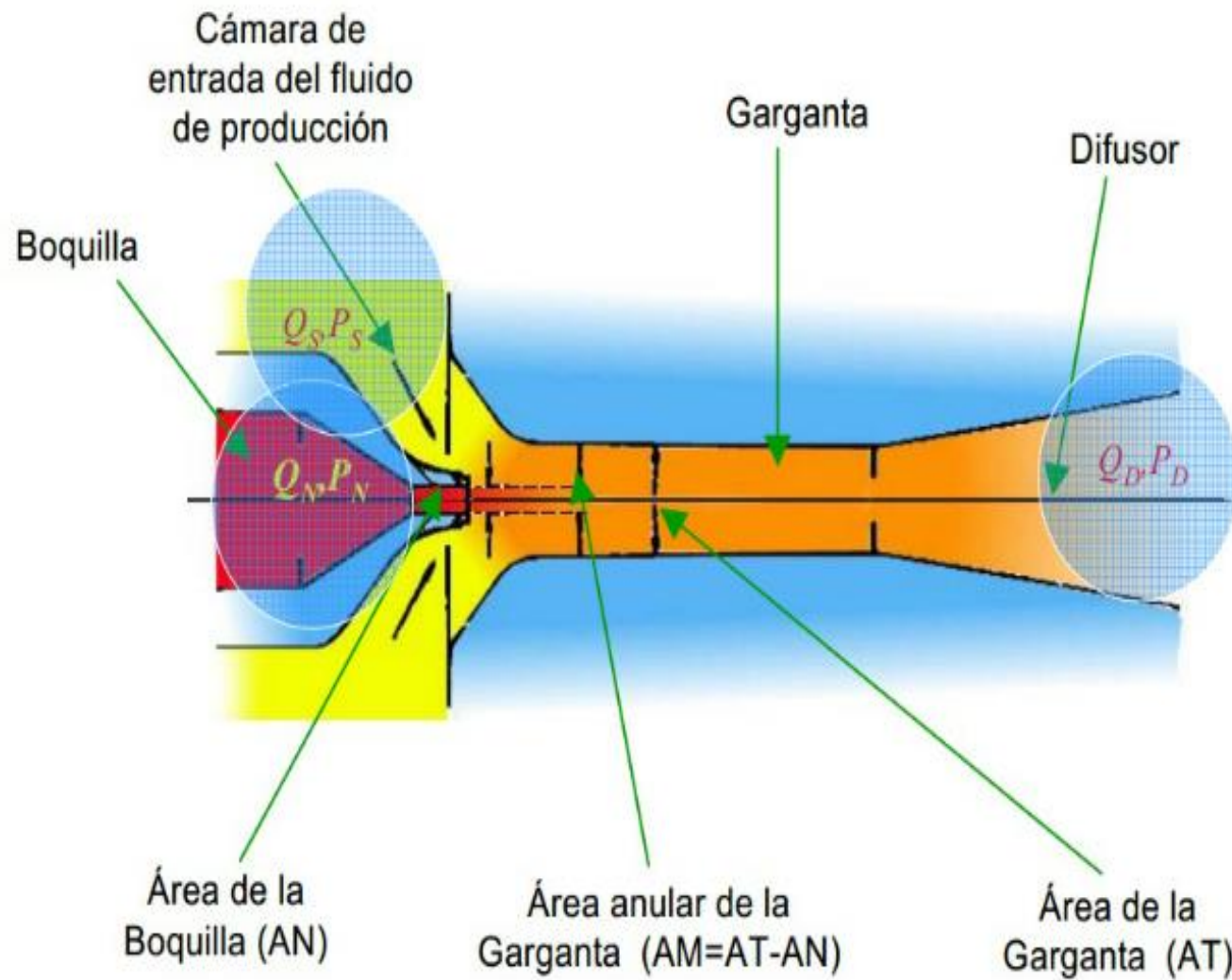


funcionamiento de

la bomba jet

- » los caudales de producción y fluido motriz en las bombas jet se controlan mediante una configuración de nozzle y garganta "venturi". diferentes configuraciones geométricas (áreas internas de nozzle y garganta) permiten manejar diferentes caudales de inyección y producción.





el fluido motriz se bombea a un caudal determinado (Q_1) hasta la bomba jet en el subsuelo donde llega el nozzle con una presión total que se designa (P_1). Este fluido a presión alta se dirige entonces a través del nozzle lo que hace que la corriente del fluido tenga alta velocidad y baja presión. (P_3) presión de succión permite que los fluidos del pozo entren en la bomba y se descargan por el casing el caudal de producción deseado (Q_3). cuando los fluidos mezclados llegan al final de esta sección constante, al iniciar el cambio de aéreas en el difusor tenemos que la velocidad va disminuyendo a medida que aumenta el área y la presión se incrementa. esta alta presión de descargue (P_2) debe ser suficiente para levantar la mezcla de fluido de inyección (Q_1) y producción (Q_2) hasta la superficie.

jet pump.pezo

File Edit License Help

Save Meeting Print Help Exit

Insert Frame Path Colors & Fonts

1 Jet Pump

2 Conceptos básicos del Pump

3 Conceptos básicos del Pump

4 Conceptos básicos del Pump

5 Conceptos básicos del Pump

6 Conceptos básicos del Pump

AREA DE SUCCION

BOQUILLA

INYECCION

GARGANTA

DIFUSOR

PRESION

VELOCIDAD

11

Show

ES 10:06 p.m. 18/05/2012

el fluido motriz se bombea a un caudal de (Q_1) hasta la bomba jet en el subsuelo de el nozzle con una presion total que se des Este fluido a presion alta se dirige entonc traves del nozzle lo que hace que la corri fluido tenga alta velocidad y baja presion (P_3) presion de succion permite que los f pozo entren en la bomba y se descargan casing el caudal de porduccin deseado (cuando los fluidos mezclados llegan al fi seccion constante, al iniciar el cambio de difusor tenemos que la velocidad va dism a medida que aumenta el area y la presion incrementa.

esta alta presion de descargue (P_2) debe suficiente para levantar la mezcla de inyeccion (Q_1) y produccion (Q_2) ha



Nomenclatura de bomba jet

la nomenclatura utilizada para la identificación del tamaño y capacidad de cada una de las bombas esta en base al siguiente criterio:

El nozzle se lo denominara con un numero (#10)

La garganta se la denominara con una letra (J)

6	0,0086	F	0,0215
7	0,0111	G	0,0278
8	0,0144	H	0,0359
9	0,0159	I	0,0464
10	0,0175	J	0,0526
11	0,0310	K	0,0774

BOMBA 10 J



descripcion de partes y piezas

- bomba jet claw reversa:
- se utiliza frecuentemente para la obtencion de los datos del yacimiento en forma instantanea, por cuanto es necesario solamente desplazar los fluidos que se encuentran en el tubing, para que inmediatamente se obtenga el fluido de formacion. Esta bomba se aloja en una camisa deslizable, es desplazada y recuperada hidraulicamente a traves del tubing.

En este tipo de levantamiento artificial, el fluido motriz es inyectado por el espacio anular, y la produccion más la inyeccion retornan por el tubing.

En la evaluacion de pozos es muy utilizada cuando se aplica el sistema TCP o DST.





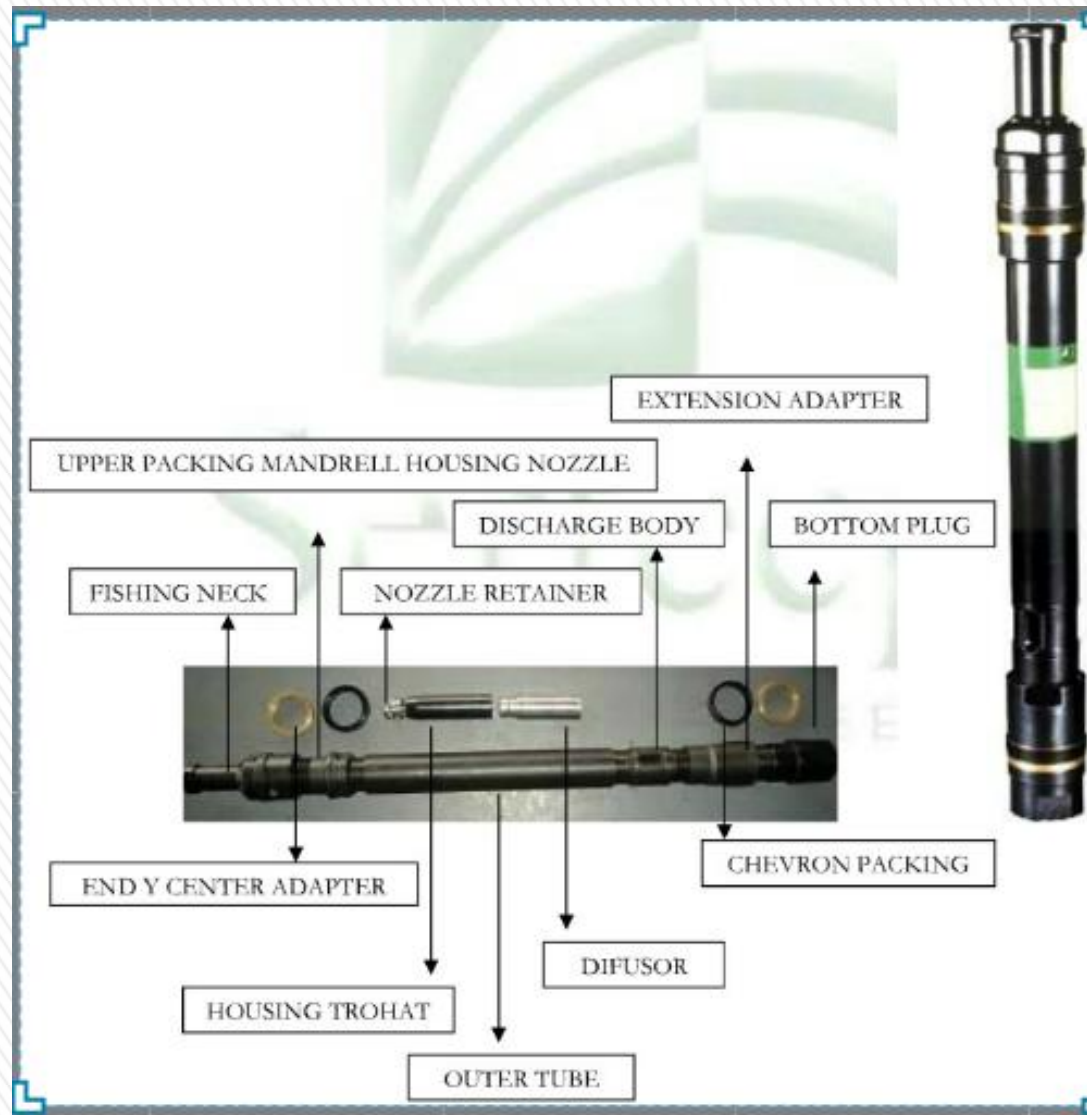
directa o convencional

Se utiliza comúnmente para la producción continua de los pozos y en algunos casos para pruebas de producción.

Se desplaza y se recupera hidráulicamente se aloja igual que la reversa en una camisa deslizante; en este caso el fluido motriz a alta presión es inyectado por la tubería de producción y el aporte del pozo más la inyección retorna por el espacio anular hasta la superficie. En este tipo de bomba también se pueden alojar en el interior los memory gauges para realizar build up o los muestreadores para realizar los análisis de PVT, reduciendo los tiempos y minimizando el costo.

En pozos con el casing deteriorado es recomendable utilizar solamente este tipo de bomba debido a que la presión de retorno por el espacio anular es baja.





la operación de bombas jet claw

- ⦿ Prueba de inyektividad : Antes de desplazar la bomba jet se debe realizar prueba de inyektividad con la finalidad de comprobar que exista permeabilidad en la zona productora.
- ⦿ Desplazamiento de bomba jet: la bomba debe desplazarse siempre y cuando el tubing este lleno y sea del mismo diámetro interior hasta el alojamiento de la bomba, de variar el tamaño no se puede desplazar hidráulicamente, se debe recomendar asentar la bomba con slick line.
- ⦿ Comportamiento de entrada de fluidos en bomba jet: la relación entre el caudal de producción y la presión en el fondo del pozo cuando hay producción se conoce como el Comportamiento de entrada de fluidos. este comportamiento equivale a la capacidad de un pozo para entregar sus fluidos.
- ⦿ Profundidad de bomba jet: depende de la profundidad de las formaciones productoras. la bomba se coloca a unos 100 a 200 metros sobre la profundidad de los punzados.
- ⦿ Total vertical depth: es la profundidad total verdadera de la tubería es obtenida del registro de survey de un pozo, se utiliza para la selección de bomba jet (determina la presión de descarga de la bomba jet claw)
- ⦿ Measurement depth: es la profundidad medida en la tubería es obtenida por medio de medición de cinta, cuando se esta subiendo o bajando la tubería, se utiliza para el calculo de las perdidas de presión por fricción desde la formación hasta la entrada de la bomba jet.



frecuentes en la

bomba jet

- Cavitación: es el desgaste producido por la implosión de las burbujas de gas o vapor al sufrir un cambio de presión (cambio de estado de vapor a líquido) provocando cargas puntuales en las paredes de la garganta (presión de vapor).
- Taponamiento de nozzle: debido a la presencia de sólidos en el fluido motriz se taponan el área del nozzle, incrementándose inmediatamente la presión de operación.
- Pérdida de producción: se debe evidenciar que los parámetros de medición y control de la producción en superficie estén bien calibrados antes de reversionar la bomba jet una de las causas más comunes para la pérdida de producción son:
 - taponamiento con sólidos
 - cavitación de garganta
 - desgaste abrasivo de garganta.



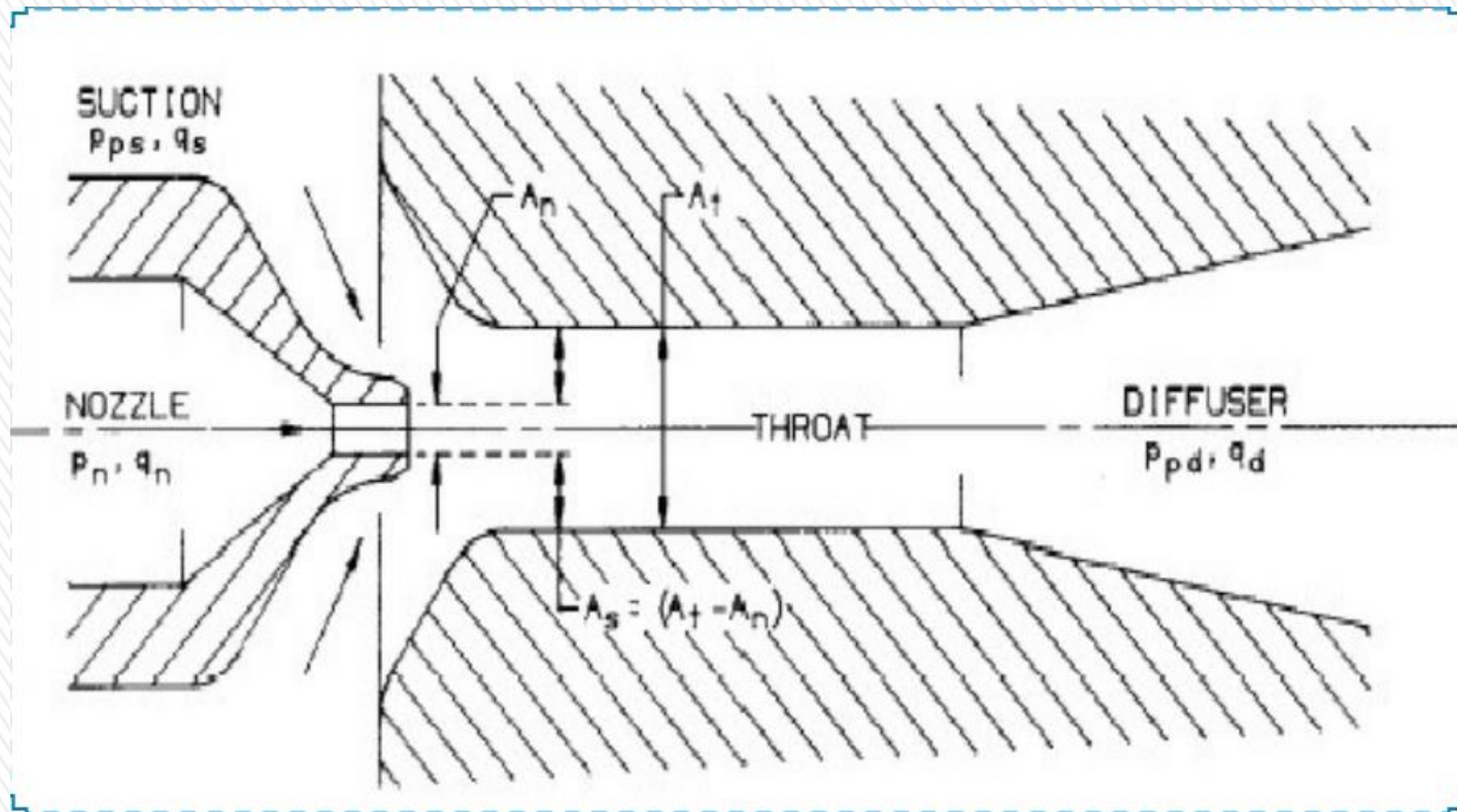
- » Incremento de barriles de inyeccion: verificar si los instrumentos de medicion de superficie estan en buenas condiciones de operacion, se ocasiona por la rotura del nozzle o rotura del tubing, disminuyendo considerablemente la presion de operacion.



diseño

- P_n = Presión en el orificio (nozzle pressure)
- P_{ps} = Presión de succión de bomba (pump suction pressure)
- P_{pb} = Presión de descarga de bomba (pump discharge pressure)
- Q_n = Caudal de inyección (Power fluid)
- Q_s = Caudal de succión (Produced fluid)
- Q_b = Caudal de descarga ($Q_s + Q_n$)
- A_n = Área del orificio (nozzle section)
- A_t = Área de la garganta (throat section)
- A_s = Área de succión ($A_t - A_n$)





Recurso
multimedia



Relaciones de jet pump

The screenshot shows a Prezi presentation window titled '*jet pump.pez'. The interface includes a top menu bar with 'File', 'Edit', 'License', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with buttons for 'Save', 'Meeting', 'Print', 'Help', and 'Exit'. On the left side, there is a vertical navigation pane with a list of slides: 1. Jet Pump, 2. Conceptualization of Jet Pump, 3. Conceptualization of Jet Pump, 4. Conceptualization of Jet Pump, 5. Conceptualization of Jet Pump, and 6. Conceptualization of Jet Pump. A large blue circular graphic with a sun-like pattern is positioned in the center-left. To its right, there are four smaller blue circles labeled 'Insert', 'Frame', 'Path', and 'Colors'. The main content area displays a slide titled 'Ecuaciones relaciones de jet pump' (Equations relationships of jet pump). The slide contains five equations: 1. Nozzle Flow (B/D): $Q_n = 832 \times A_n \times \sqrt{\frac{P_n - P_s}{G_n}}$ 2. Dimensionless Pressure Ratio: $N = \frac{P_d - P_s}{P_n - P_d}$ 3. Cavitation Area (in²): $ASM = \frac{Q_s}{691 \times \sqrt{\frac{P_s}{G_s}}}$ 4. Dimensionless Area Ratio: $R = \frac{A_n}{A_t}$ 5. Dimensionless Mass Flow Ratio: $M = \frac{Q_s \times G_s}{Q_n \times G_n}$ The bottom of the window shows a Windows taskbar with various application icons and a system tray displaying the time '10:34 p.m.' and the date '18/05/2012'.

29 **Ecuaciones relaciones de jet pump**

Nozzle Flow (B/D): $Q_n = 832 \times A_n \times \sqrt{\frac{P_n - P_s}{G_n}}$

Dimensionless Pressure Ratio: $N = \frac{P_d - P_s}{P_n - P_d}$

30 Cavitation Area (in²): $ASM = \frac{Q_s}{691 \times \sqrt{\frac{P_s}{G_s}}}$

Dimensionless Area Ratio: $R = \frac{A_n}{A_t}$

Dimensionless Mass Flow Ratio: $M = \frac{Q_s \times G_s}{Q_n \times G_n}$



Comparativo

	Rod pumping	ESP	Jet Pump	Gas lift
Mercado mundial	Es más conocido y usado que gas lift 40%	18% uso mundial	1% uso mundial	34% Es más conocido y usado después de rod pump
Costo	Bajo-moderado su costo incrementa con la profundidad	Alto - consumo de energía y cableado, costo aumenta con la potencia.	Baja- moderada Aumenta su costo con mayor potencia.	Bajo costo- incrementa con la compresión, sistema y distribución.
Costo de Operación	Bajo- a poca profundidad tiene baja producción <400 bpd	Moderada-alta Varía si es de alto potencial, altos costos por energía.	Altos costos de potencia para bombear liquido – bajo costo de mantenimiento	Bajo- este sistema tiene bajo costo operativo, el alto costo se ve influenciado por la compresión y mantenimiento del mismo.
Equipo en Fondo	El diseño y la operación se basan en una buena selección de operación, es fácil de reparar.	Requiere de un cable adecuado además del motor, bombas, sellos y un buen diseño.	Requiere de una programación de computador para el diseño, esta es tolerante a sólidos en el fluido de alimentación	Requiere de un buen diseño de las válvulas y espaciamiento entre ellas, por lo general se usan menos de 5 válvulas.
Instalación	Ocupa poco espacio en superficie, poseen instalaciones de energía.	La instalación para la generación de energía ya viene incorporada en el equipo.	Gran cantidad de espacio entre la superficie puede ser montada en un patín o dos para la limpieza de fluidos.	Gran cantidad de espacio necesario para la instalación del sistema de compresión.
Eficiencia de Operación	Excelente eficiencia total del sistema es de 50%-60%	Bueno- para pozos de altas tasas o empuje hidráulico normalmente su eficiencia es de un 50%, para pozos de tasas <1000bpd effi 40%.	Baja eficiencia lo máximo en cas ideal 30%	Los pozos que requieren alta RGL eficiencia de 20%-30%
Rentabilidad	La eficiencia de tiempo de producción es >95%	Es variable es excelente para casos ideales pero muy sensible a operaciones de temperatura.	Bueno con el tamaño de la boquilla adecuado hay problemas si la presión es >400psi	Excelente si el sistema de compresión es el adecuado.
Sistema Total	Procedimiento sencillo y básico para el diseño, instalación y operación.	Muy sencillo de diseñar cada pozo es individual utilizando un sistema eléctrico.	Disponible con un programa especial, restricción para la reparación in situ. Requiere de prueba y error para escoger un chorro optimo	Hacer excelentes cálculos para el diseño adecuado de valvas y mandriles.



- » Es que las bombas pueden ser removidas del pozo sin taladro, solamente utilizando unidad de guaya fina.
- » No posee partes móviles en el fondo.
- » No presenta problemas en pozos desviados.
- » Puede ser aplicado en instalaciones costa afuera
- » Puede usar agua con fluido de potencia
- » Tratamiento para la emulsión, corrosión y escamas, es muy simple.
- » Disponible para instalar con tuberías continuas y específicamente para la remoción de líquidos en pozos de gas, con capacidad de instalarse a profundidades mayores a 12,000 pies
- » Que es un sistema no muy efectivo cuando las presiones caen en los niveles de cavitación en la bomba
- » Sensible ante cualquier cambio en el presión del pozo
- » La producción de gas en solución a nivel de la bomba reduce la eficiencia del levantamiento de líquidos
- » Requiere alta presión del fluido de potencia en superficie, lo que en algunos casos puede presentarse riesgoso

VENTAJAS Y DESVENTAJAS



- » Los jet pump son productos de bajo costo en cualquier aplicación, en comparación con los sistemas alternativos usados para impulsar. Las aplicaciones de campo hasta el momento lo han confirmado, ya que en casi todos los casos, el período de recuperación de la capital ha sido cuestión de unas pocas semanas o hasta algunos meses.

Analisis economico



GRACIAS

