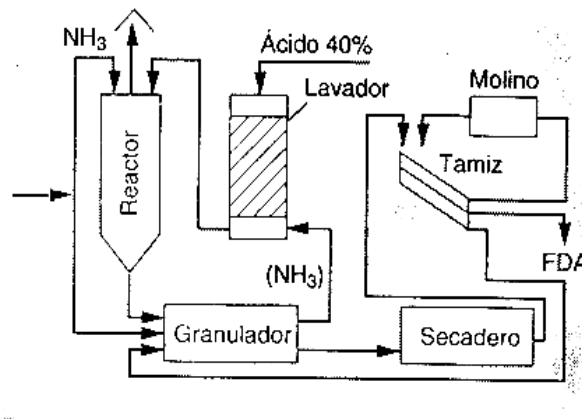


3. APLICACIONS DELS FOSFATS.

3.1. APLICACIONS DE L'ÀCID FOSFÒRIC

1. En el tractament de superfícies metàl·liques tals com: el decapat d'acers, pulit de l'alumini previ a l'anoditzat en la mescla amb àcid nítric, recobriment per capes del fosfat metàl·lic corresponent de l'acer, alumini, zinc, etc.
2. Substituent dels àcids cítric i acètic en begudes refrescants (sempre en solucions diluïdes).
3. Lligant de materials refractaris com l'alúmina.
4. Catalitzador amb base de carbó o de terres activades en processos del refinat del petroli i polimerització, donat el seu caràcter àcid i deshidratant.
5. Impedeix la formació d'incrustacions en les calderes (metafosfats).
6. Antiplagues i pesticida.
7. S'utilitza com a dissolvent selectiu en un gran nombre de compostos metàl·lics.
8. En la fabricació de medicaments.
9. Com a agents de fosfatació per a prevenir la corrosió de les superfícies metàl·liques.



Entre els derivats que s'obtenen de les diferents formes de l'àcid fosfòric, cal anomenar per la seva importància les tres sèries de fosfats de sodi, que s'obtenen per reacció amb diferents proporcions de bicarbonat sòdic amb àcid fosfòric, seguit de vegades de la calcinació en un forn rotatori a una temperatura de 400-600 °C.

1. En proporció molar 1/1 cristal·litza $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ deshidratable a 200°C a $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (pirofosfat àcid de sodi), que s'utilitza per a les llevadures i que a més al calcinar-lo produeix NaPO_3 (calgon) segregant de cations.
2. En proporció molar 1.67/1 i amb una posterior calcinació s'obté $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (tripolifosfat sòdic), destinat a la fabricació de llevats, detergents i també utilitzat per a la clarificació de les aigües:
3. En proporció molar 2/1 cristal·litza Na_2HPO_4 , emprat en la fabricació de llevats i també a la indústria tèxtil i tintorera. Si s'arriba a la calcinació se'n obté $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (pirofosfat tetrasòdic) utilitzat en la fabricació de detergents.
4. En l'àmbit de les aplicacions dels fertilitzants, s'ha proposat la fabricació de metafosfat potàssic, KPO_3 , tractant l'àcid fosfòric concentrat amb KCl.



3.2. APLICACIONS DEL FOSFAT BICÀLCIC O PRECIPITAT

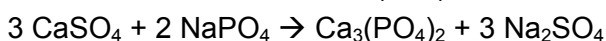
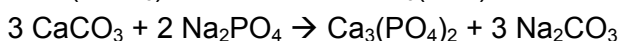
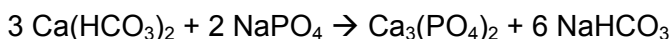
Aquest producte, (de fórmula CaHPO_4) conté d'un 38-42% d'àcid fosfòric soluble en citrat amònic alcalí de Petermann. El fosfat bicàlcic s'utilitza principalment en l'alimentació animal, en els complements minerals o en l'emmagatzematge del blat, barrejant-lo amb la urea, en una dosi de 2-3 Kg/Tn de forratge.

3.3. APLICACIÓ DEL FOSFAT TRISÒDIC

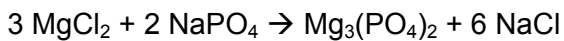
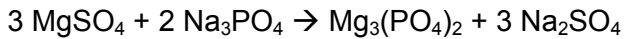
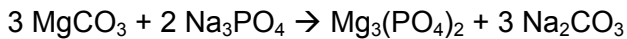
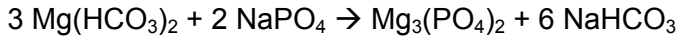
Aquest fosfat, és utilitzat principalment com a detergent, i en el tractament d'aigües s'utilitza com a agent descalcificant.

Les reaccions que tenen lloc són les següents:

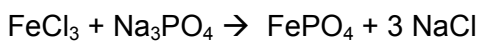
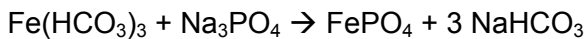
-Amb sals càlciques:



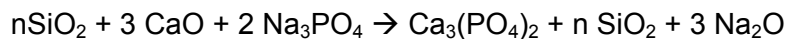
-Amb sals magnèsiques:



-Amb sals fèrriques:



Ademés, el fosfat trisòdic, evita la formació de silicats insolubles ja que precipiten els fosfats donant lloc a silicat sòdic segons la reacció;



3.4. APLICACIONS DELS FOSFATS EN LA INDÚSTRIA ALIMENTÀRIA

Les sals sòdiques i càlciques de l'àcid ortofosfòric, han desplaçat als àcids cítric i tartàric, molt utilitzats fins al moment en la preparació d'aliments o de begudes.

Això, succeeix per exemple, en l'obtenció del llevat artificial per a la cocció del pa o per a la pastisseria, en la preparació de formatges fosos, de llimonades i de melmelades.

En el desenvolupament de les indústries dels fosfats hi ha contribuït en gran manera el seu reduït preu, els moderns derivats del fòsfor, la importància dels fosfats, les substàncies formadores dels ossos, dels teixits i també del sistema nerviós.

3.5. PHOSPAL

Amb aquest nom genèric es coneix un adob produït a partir de fosfats alumino-càlcics que són extrets del Senegal, i que es tornen solubles mitjançant un tractament tèrmic a 600°C i després es molen.

Aquest adob conté una riquesa del 34% d'àcid fosfòric, del qual un 75% és soluble en citrat amònic.

La seva mida de gra quan es mòlt ha de ser tal que en passi el 90% per un sedàs de llum de malla de 0.16 mm.

Des d'aquest punt de vista, la seva acció és comparable a la de les escòries Thomas, però és més lenta que la del superfosfat.

En els sòls on és més eficaç és en els neutres i en els de calissa, i la seva acció és màxima en els sòls on hi abunden col·loides argilosos i humits i s'ha d'evitar la seva aplicació en sòls molt àcids o arenosos.

Per a la seva aplicació directa al sòl, s'ha proposat una fórmula amb un contingut de P_2O_5 del 32% obtinguda per humidificació amb una solució magnèsica. D'altra banda, també es fa servir molt en forma de binari PK granulat, anomenat superphospal potàssic quan es barreja amb el superfosfat.

El phospal simple és molt apreciat pels fabricants d'adobs compostos, degut a que és un producte neutre concentrat, no higroscòpic i que assegura una bona conservació del producte. Aquestes qualitats físiques i químiques, donen als granulats de superphospal potàssic una gran facilitat per a ser manipulats i emmagatzemats a granel.

3.6. ALTRES APLICACIONS DELS FOSFATS

El pirofosfat sòdic té un poder similar al de l'hexametafosfat, per a formar combinacions complexes entre el seu anió i els ions metàl·lics; particularment, el magnesi es pot mantenir en solució com a $Na_2MgP_2O_7$. Aquesta propietat, té grans aplicacions industrials com en el cas de les indústries de detergents.

El fosfat trisòdic degut a les seves propietats emulgentes té un gran camp d'aplicació en la neteja de les parts de les màquines brutes per olis d'engreixar, etc. Barrejat amb carbonat sòdic i metasilicat passa a formar part dels productes denominats comercialment com a IMI, P_3 entre d'altres.

El $Na_4P_2O_7$ té unes aplicacions similars i generalment té més acceptació perquè ataca poc la pell humana degut a la seva baixa alcalinitat.

3.7. TRACTAMENTS I RECUPERACIÓ DELS FOSFATS

3.7.1. Tractament dels fosfats naturals

- a) **Tractaments físics:** És la selecció i mòlta més o menys fina dels fosfats naturals, aconseguint així fosfats mòlts.
- b) **Tractaments tèrmics:** És la mòlta i calcinació dels fosfats de cal o alumino-càlcics, amb o sense l'addició de silicats, obtenint-se els fosfats calcinats i el phospal.
- c) **Tractaments químics:** Es basen en l'atac dels fosfats naturals amb un o varis àcids, bé per a solubilitzar el fosfat tricàlcic transformant-lo a l'estat bicàlcic o monocàlcic o bé per a produir àcid fosfòric.

3.7.2. Diferents vies per a la recuperació dels fosfats

Tot seguit, es mostren tres possibles vies per a la recuperació del fosfats segons diferents autors.

3.7.2.1. Fosfats recuperats de llots que contenen fosfats de ferro.

A continuació es detalla el mètode utilitzat per J. Suschka *et al* (2.001), basat en una precipitació química dels fosfats:

Introducció

Als residus que contenen fosfats de ferro, se'ls hi fa una reducció biològica amb sulfits lliures d'hidrogen, que reaccionen amb els ions ferro formant sulfid de ferro i que és menys soluble que els fosfats de ferro, quedant així aquests fosfats en solució.

Si el procés té lloc en condicions anaeròbiques estrictes, llavors el rendiment és molt millor.

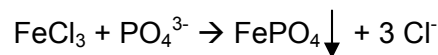
Per a la recuperació dels fosfats, el mètode biològic és la millor manera en les plantes de tractament d'aigües residuals, és el mètode més factible per a simplificar el procés de recuperació i també el que deixa unes quantitats d'excedent de llots més petites. Aquests llots, després es poden utilitzar com a fertilitzants en l'agricultura.

La precipitació química del fòsfor amb alum o sals de ferro, s'utilitza com a un procés únic, no obstant això, actualment el procés més utilitzat és el biològic, el que passa és

que requereix uns patrons molt estrictes i de vegades els límits no s'aconsegueixen sempre de forma constant.

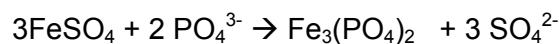
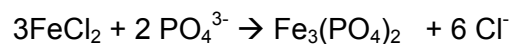
Es poden utilitzar les sals de ferro, els ions ferrós (II) i el fèrric (III), i també en forma de sals de clorur i de sulfat.

La reacció que es dona entre el clorur de ferro i el fosfat és la següent:



La precipitació de PO_4^{3-} amb alum és similar, però el mecanisme de la reacció és més complex.

Les reaccions de sals de Ferro amb PO_4^{3-} són:



La precipitació amb sals de ferro és més efectiva ja que no cal mantenir-se en un interval de pH concret.

L'ió fèrric, necessita un pH entre 4,5-5 no obstant això, s'han aconseguit separar grans quantitats de fosfats a un pH superior a 7.

Per l'ió ferrós, el pH òptim és al voltant de 8, però els valors més alts de recuperació s'aconsegueixen a pH entre 7-8.

La precipitació amb ions fèrrics, és més efectiva, però s'ha de fer en condicions anaeròbies, i la que es fa amb ions ferrosos en condicions aeròbies, i així s'oxiden a ions fèrrics.

Experimentació

Els fosfats es precipiten químicament amb sulfat de ferro, i després els sulfats es redueixen a sulfits en un procés biològic anaerobi.

A les plantes de tractament s'hi aplica un tractament biològic que funciona amb una aireació prolongada, on l'excés de llots precipiten per gravetat i es passen a un filtre premsa on s'assequen.

Els licors resultants després de l'assecatge tenen una alta concentració i per tant són un bon substrat pels experiments. Quan els llots excedents són digerits anaeròbicament, la part sobrenadant és el que constitueix el material a estudiar.

Precipitació del PO_4^{3-}

Afegint sulfat ferrós al licor del llot que està en el digester anaerobi, es poden distingir 2 mecanismes diferents de precipitació del PO_4^{3-} .

Al principi, la precipitació de fosfat de ferro amb una proporció de Fe:P 1:1 es pot acceptar, després es veu que si s'augmenta la proporció precipita fosfat ferrós.

La precipitació de fosfats en diferents estats no té lloc sempre, sovint només es reconeix un estat de la precipitació, la raó d'aquest comportament és encara inexplicable, el que és cert és que no està relacionat amb el valor inicial de pH.

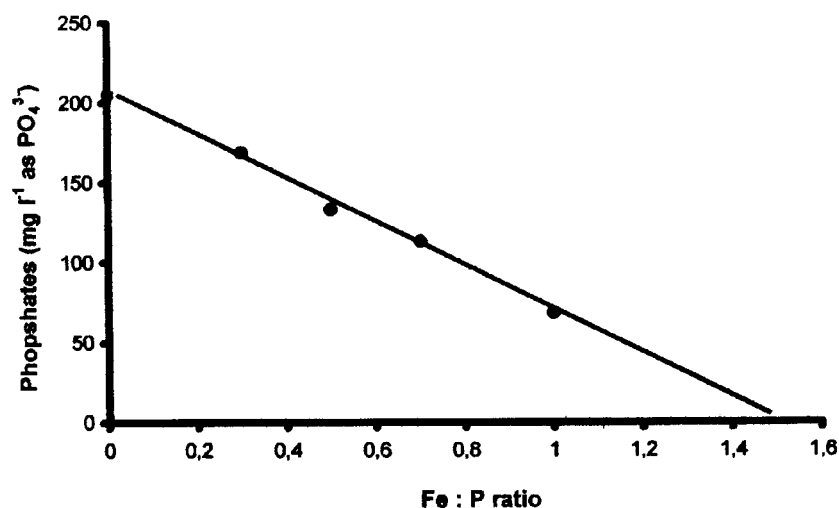


Fig 3.1. Efectes de la precipitació dels fosfats en relació a la quantitat de Fe:P.

En la **Fig 3.1.** es pot concloure que els fosfats han precipitat en forma de fosfats ferrosos, la proporció de Fe:P és 1,5:1, i això ens suggereix que el ferro està en valència III.

El segon experiment (**Fig 3.2.**), es mostra el resultat d'una proporció de Fe:P 1,22:1, per tant, hi ha una part del ferro que està reduït i l'altre que està oxidat, aquesta diferència en el comportament de les 2 mostres és perquè els substrats són diferents i no és pas degut al medi ambient.

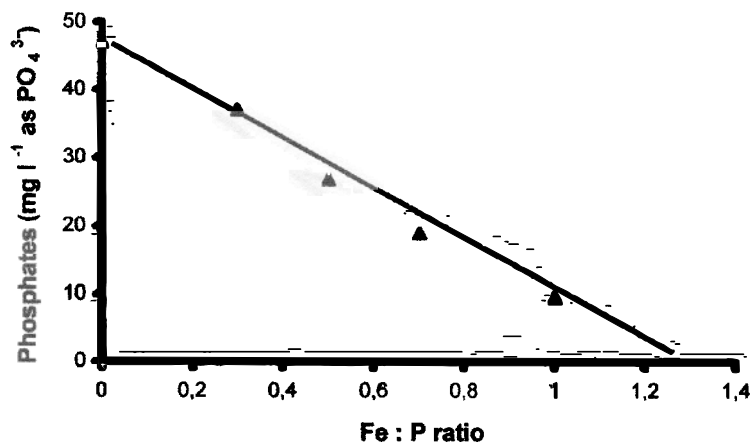


Fig 3.2. Efectes de la precipitació dels fosfats en relació a la quantitat de Fe:P.

En el primer cas (**Fig 3.1.**), els fosfats van ser precipitats a partir dels llots sobrenedants del digester anaerobi.

En el segon cas (**Fig 3.2.**), els resultats s'han aconseguit utilitzant excedents de llots activats de la solució sobrenedant i estabilitzats aeròbicament, (les condicions anaeròbies només existeixen per un període de temps curt en els llots sedimentats per gravetat en l'espessor).

El fòsfor que interacciona amb el ferro, és solubilitzat en condicions reductores i associat amb la fase sòlida del ferro en condicions d'oxidació.

El diferent comportament de les sals de Fe-P en condicions aeròbiques i anaeròbiques, és degut a que el fosfat de ferro ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ – vivianita) es pot transformar més fàcilment en sulfat de ferro (en el procés biològic de reducció del sulfat) en condicions anaeròbiques.

Recuperació del fosfat

La proporció de recuperació de fosfats és més alta en llots procedents de condicions anaeròbiques.

Un altre problema és que quan les aigües de clavegueram passen per sobre de llots alliberen més fosfats en condicions anaeròbiques i per tant se sent més olor d' H_2S .

El potencial del bacteri que redueix el sulfat per alliberar fòsfor de llots amb Fe:P és el principal objectiu de l'estudi.

Si el llot de Fe:P és utilitzat en l'agricultura, només un 10-15 % de fòsfor podrà ser utilitzat per les plantes, la resta es difon cap a les aigües subterrànies constituint un greu problema de contaminació.

Aquest bacteri (SBR) necessita unes condicions estrictament anaeròbiques i pot reduir els sulfats a sulfits i a hidrogen sulfat (HSO_3^-).

El SBR competeix amb els bacteris metanogènics (MPB) i amb els acetogènics (SAP) pels nutrients intermediaris en la digestió anaeròbia.

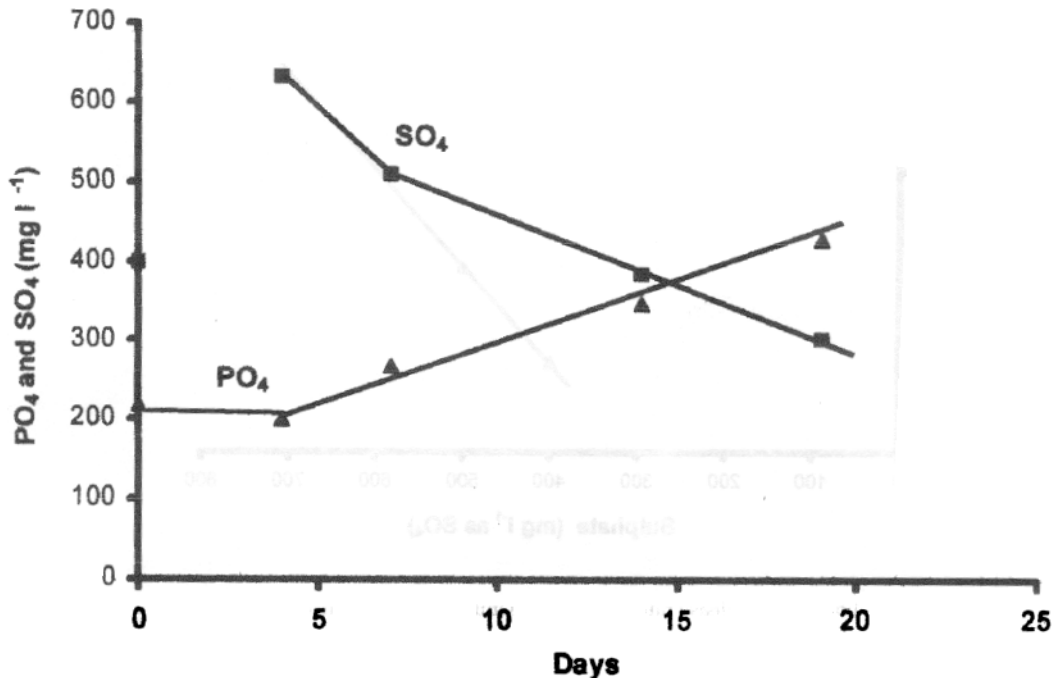
Els SBR tenen una afinitat més gran per un substrat que els MPB, i s'accepta que si les condicions són riques en sulfat, els SRB poden excloure els MPB per l'hidrogen i l'acetat.

Per aigües residuals, una proporció de $\text{C/S} > 1$ vol dir que la producció de CH_4 atreu més al flux d'electrons i per tant domina, en canvi quan la proporció de $\text{C/S} < 1$ domina la reducció de sulfat.

L'efecte inhibitor dels ions sulfur totals (S^{2-}) i de l'hidrogen sulfur (HS^-) té un impacte decisiu en la taxa de metanogènesi.

L'activitat dels SBR depèn molt de les condicions anaeròbiques, quan l'activitat és més alta és quan hi ha un potencial d'oxidació-reducció més baix.

Fig 3.3. Reducció dels sulfats i increment dels fosfats en condicions anaeròbies



En la **Fig 3.3.** es veu que hi ha una relació molt propera entre la proporció de SO_4^{2-} recuperat i el PO_4^{3-} alliberat en la solució.

De diferents experiments amb diferents quantitats d'aigües residuals es troba un contingut en fosfats de l'ordre de 40-500 mg/l, es veu que com més gran és la relació

C/S es dona una reducció de l'augment de sulfats, això pot ser degut a una immediata recuperació de la producció de sulfits de al solució i de la precipitació de FeS .

Conclusions:

- L'alliberament de fòsfor de les aigües residuals a través de la precipitació química dona lloc a una producció de llots amb un alt contingut en fosfats.
- Els fosfats ferrosos i fèrrics tenen una baixa solubilitat i per tant tenen uns usos agrícoles limitats, a part de contaminar les aigües subterrànies amb fosfats.

- La recuperació de fosfats del precipitat de Fe-P s'aconsegueix a través d'un procés anaeròbic.
- En condicions anaeròbiques, els sulfits produïts s'associen amb ferro per formar sulfit ferrós i alliberen a la vegada fosfats en proporcions estequiomètriques.
- La proporció de fòsfor alliberat depèn de la relació C/S i augmenta amb la concentració inicial de sulfats.
- Valors alts de fosfats recuperats dels llots de Fe-P es troben en els licors amb concentracions altes de fosfats.

3.7.2.2. Avaluació del potencial per a la recuperació d'estruvita en els tractaments de les aigües residuals.

A continuació es detalla el mètode utilitzat per S. A. Parsons *et al* (2.001), basat en la recuperació de l'estruvita de les plantes de tractament d'aigües residuals:

Introducció:

Amb aquest mètode, es pot arribar a produir fins a 100 mg/l d'estruvita.

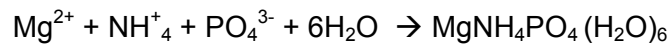
Es produeixen uns certs canvis en els tractaments d'aigües residuals:

- La descàrrega dels llots produïts en les plantes de tractament queda prohibit el seu abocament al mar.
- S'han reduït els límits permessos de nitrogen i fòsfor degut a l'eutrofització que provoquen en les aigües costeres i també en les interiors.

El resultat d'eliminar grans concentracions de fòsfor de les aigües residuals, és que el llot residual conté elevades concentracions de fòsfor, nitrogen i magnesi.

Aquesta combinació d'ions trobada en llots produïts en els que se'ls hi ha eliminat els nutrients, especialment nutrients eliminats en processos biològics donen lloc a la formació de l'estruvita.

L'estruvita és una substància cristal·lina de color blanc que es troba formada per magnesi, fòsfor i amoni en iguals concentracions molars ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).



L'estruvita té una estructura ortoròmbica i pot ser identificada amb la difracció de raigs-X (XRD).

La separació de l'estruvita per precipitació pot ser separada en 2 fases: nucleació i creixement.

La nucleació té lloc quan els ions constituents del cristall es combinen per formar els embrions cristal·lins, el creixement del cristall continua fins arribar a l'equilibri i en sistemes que s'omplen contínuament amb constituents de l'estruvita, com per exemple en plantes de tractament d'aigües residuals el cristall creix de forma indefinida.

La precipitació de l'estruvita es controla a través del pH, la sobresaturació, temperatura i presència d'impureses com el calci, i pot tenir lloc quan les concentracions de Mg^{2+} , NH_4^+ i els ions PO_4^{3-} del fosfat superen el producte de solubilitat per a l'estruvita. El Kps ve donat per la següent expressió:

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}]$$

La relació entre el Kps i el pH indica que la solubilitat de l'estruvita disminueix quan el pH augmenta, i que de forma alterna condueix a un augment del potencial de precipitació de l'estruvita en una aigua.

La recuperació de l'estruvita de les aigües residuals s'ha convertit en una font important degut a 2 motius principals:

- 1) Que és un recurs possible el qual té un ús potencial com a fertilitzant.
- 2) Aquesta recuperació condueix a minimitzar el problema que creava l'estruvita en les plantes de tractament d'aigües i, que era com a cosa principal els residus i la brutícia que deixava a la planta.

Les fonts naturals d'estruvita són els dipòsits de guano i els purins de vaca i s'ha demostrat que és una font molt efectiva de nitrogen, magnesi i fòsfor tant per a les fulles de les plantes com pels sòls.

L'estruvita es pot recuperar de les aigües residuals i dels llots si els seus components químics són tals que el valor del Kps es supera.

En tots els processos per a la recuperació de l'estruvita, la precipitació s'ha aconseguit o bé per canvis en el pH, o per canvis en la concentració o bé per tots 2 junts.

El pH es canvia afegint una base en forma de NaOH o bé $Mg(OH)_2$ o també a través de l'aireació dels licors per a desgasificar la solució.

Un altre mètode per a iniciar la precipitació és augmentar la concentració d'un dels ions constituents, normalment el Mg, de manera que es promou la força impulsora de la precipitació..

Recuperació de l'estruvita

Els experiments per a la recuperació es van fer amb líquids i llots provinents de la planta de tractament de llots de Slough (UK).

Es va identificar que aquests corrents tenien un gran potencial per a la formació d'estruvita.

Els llots digerits i la torta provinent de la centrífuga, són els que tenien el potencial de formació més alt, però en canvi, contenien sòlids que eren molt difícils de recuperar, i per tant els licors dels llots digerits van ser els escollits com a millor opció per al reciclatge.

Es van avaluar els licors dels llots digerits de 7 plantes de tractament i va resultar que 4 dels 7 tenien un potencial prou alt com per formar 100 mg/l d'estruvita.

En una sèrie d'experiments duts a terme es va veure que la precipitació de l'estruvita augmenta quan augmenta el pH, i això s'aconsegueix afegint-li una base tal com el NaOH o bé el $Mg(OH)_2$ i també amb l'aireació dels licors per a desgasificar la solució.

Un altre mètode per a iniciar la precipitació és mitjançant l'augment de la concentració d'un dels ions constituents, normalment el Mg, per així promoure la força que condueix a la precipitació.

Alguns autors, utilitzen $Mg(OH)_2$ com a font d'ions de Mg i també per tal d'augmentar el pH així s'ha aconseguit una recuperació de fòsfor del 90 % afegint $Mg(OH)_2$ a una T^a de 25C°.

També s'ha pogut observar que utilitzant $Mg(OH)_2$ amb una doble finalitat, s'obté un 94% de fòsfor recuperat com a struvita, en canvi si utilitzava $Mg(OH)_2$ per a les dues

funcions la dosi del Mg o del pH no es poden optimitzar l'una de forma independent de l'altre.

El procés Phosnix, utilitza $Mg(OH)_2$, però per a controlar el pH ho fa amb NaOH. La quantitat d'NaOH requerida és menor si es treballa amb $Mg(OH)_2$ que si es fa amb $MgCl_2$.

Un avantatge d'utilitzar $MgCl_2$ front el $Mg(OH)_2$ és que el $MgCl_2$ es dissocia més ràpid que el $Mg(OH)_2$, fent així el temps de la reacció més curt, i això implica la construcció d'un reactor més petit i també una reducció del temps de retenció hidràulica.

Alguns autors han aconseguit cristal·litzar fòsfor sense l'addició de productes químics. Battistoni va recuperar el 80% del fòsfor que hi havia en els licors de la corretja de la premsa d'una planta de tractament que tenia nitrificació, desnitrificació i digestió anaeròbia. Els licors van ser envellits i se'ls hi va treure l'aire per tal d'eliminar el CO_2 , el pH es va ajustar de 7,9 a 8,3-8,6 i el fòsfor es va recuperar en forma d'estruvita.

El licor tenia una elevada proporció de Mg:P (3,7:1), per tant, no requeria l'addició de Mg, no obstant això, quan es va repetir l'experiment amb el licor d'una planta biològica de recuperació de nutrients, el fòsfor recuperat va ser en forma d'una mescla d'estruvita i hidroxiapatita, la proporció de Mg:P va disminuir fins 0,22:1 i per tant no calia recuperar més estruvita de forma aïllada.

Recentment un 10 % de l'aigua de mar que conté 1250 mg/l s'utilitza com a font de Mg en una planta pilot. En el procés s'hi utilitzen reactors de llit fluiditzat o bé reactors de llanties, les principals plantes utilitzen Mg en forma de $Mg(OH)_2$ o $MgCl_2$ i el pH l'ajusten entre 8,1-8,9 per tal que l'estruvita precipiti.

Els fins cristalls d'estruvita que es formen creixen fins 0.5-1 mm degut a l'aireació a que són sotmesos i a la recirculació durant un període d'estada al reactor de 10 dies. Els grànuls ja formats es separen i els cristalls fins es retornen al reactor, els que han estat separats s'assequen amb un aire que té un contingut en aigua no superior al 10%.

Conclusions

1. Moltes plantes de tractament d'aigües residuals tenen el potencial per a formar estruvita en concentracions raonables (>100 mg/l).

2. El digestor dels licors del llot és el que té el potencial més alt per a formar estruvita encara que usualment es troba limitat per la concentració de Mg que hi ha en el licor.
3. Solucions que s'han desgasificat mitjançant una barreja o bé per aireació fan que augmenti el potencial per a la formació de la estruvita.
4. L'ús de processos químics per a la recuperació del fòsfor fan disminuir el potencial dels licors per a la formació de la estruvita.
5. Hi ha mètodes de recuperació que normalment es basen en l'addició de productes químics i es pot arribar a recuperar per sobre del 90% de la estruvita del licor.

3.7.2.3. Tres anys d'experiència de vendre i treballar amb struvita recuperada d'una planta a gran escala.

A continuació es detalla el mètode utilitzat per Y. Ueno *et al* (2.001), a partir de la recuperació de l'estruvita en una planta a gran escala:

Introducció

La decisió de recuperar el fòsfor de les aigües residuals ens crea 2 problemes principals:

Primer, la gran quantitat de llots que es produeixen i el segon, la contaminació d'efluents.

L'estruvita es produeix en un reactor de llot fluiditzat utilitzant el líquid filtrat i dessecat del llot procedent de la digestió anaeròbia.

El $Mg(OH)_2$ s'afegeix en una relació de Mg:P 1:1 i el pH s'ajusta a 8,2-8,8 afegint NaOH.

Amb un temps de retenció de 10 dies, s'obté el creixement de boletes de mida entre 0,5-1 mm. L'estruvita recuperada contenia només poques traces de substàncies tòxiques i es va vendre a companyies de fertilitzants. Es fa servir per enriquir els fertilitzants ja existents.

S'han desenvolupat una sèrie de processos anaeròbic/òxic (A/O) i també anaeròbic/aeròbic/òxic (A2/O) amb el resultat de l'aparició de 2 problemes com a resultat d'aquests processos:

Un, és les grans quantitats de llots que es produeixen, i l'altre és que la qualitat dels efluents es deteriora degut a l'augment de la càrrega de fòsfor. A més, aquests processos no eliminen el fòsfor de forma que pugui ser reciclat.

Per a tractar aquests desavantatges s'han creat reactors per a cristal·litzar el corrent a tractar.

Els reactors eliminen el fòsfor del licor cristal·litzant l'hexahidrat de fosfat d'amoni i de magnesi ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) o bé estruvita. L'avantatge de l'estruvita és que és un fertilitzant que no es crema i que pot ser reciclat i utilitzat en les indústries de fertilitzants.

Experimentació

Es van tractar aigües procedents d'un llac en una planta de tractament d'aigües residuals eliminant el fòsfor i el nitrogen del llots mitjançant un procés activat de forma anaeròbica/aeròbica.

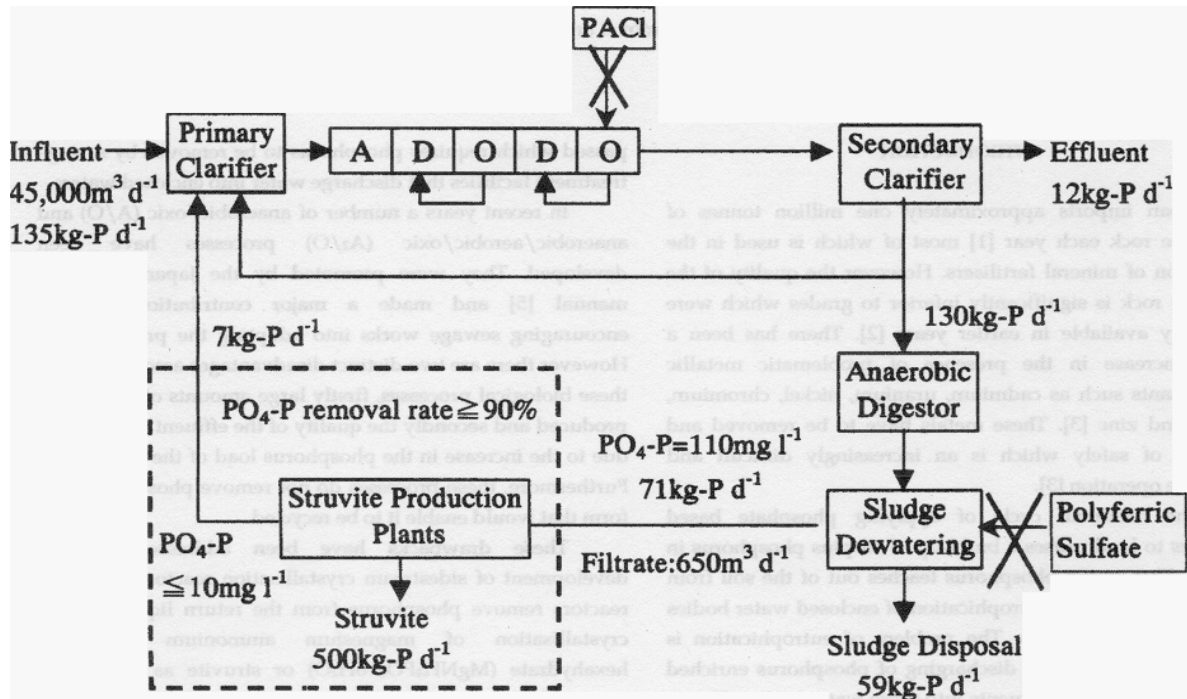
Al tanc d'aireació final se li va afegir policlorur d'alumini (PACL) per tal de minimitzar els límits en la descàrrega.

Els llots van ser digerits anaeròbicament i tot seguit van ser assecats afegint-hi sulfat poli-fèrric. El líquid obtingut en el filtratge va ser retornat de nou a l'inici del procés.

La planta de reciclatge de la estruvita va ser adaptada per:

- Disminuir la concentració de fòsfor dels efluents en els licors del reciclat en els tractaments del llots.
- Reduir la quantitat de PACL i el sulfat polifèrric utilitzat i per tant reduir la quantitat de llots produïts.
- Produir un material ric en fòsfor per poder ser reciclat en la indústria dels fertilitzants.

Fig 3.4. Procés per a l'obtenció de l'estruvita.



El líquid filtrat i dessecat procedent de la digestió anaeròbia s'introdueix per cues en un reactor de llit fluiditzat, la columna conté un llit d'estruvita granulada que actua com a material de sembra per als cristalls que es van formant de nou.

L'hidròxid de magnesi s'afegeix al magnesi i al fosfat en una proporció de 1:1 i el pH s'ajusta entre 8,2-8,8 afegint-hi NaOH.

Amb un temps de 10 dies s'ha obtingut el creixement d'unes boletes de mida entre 0.5-1,00 mm i després s'extreuen del fons de la columna del reactor per a ser separades.

Els grànuls fins d'estruvita separats del líquid es retornen a la columna de reacció per tal de proporcionar nou material de sembra perquè el procés continuï.

Les boles més grans s'introdueixen en una tolva on el contingut en aigua es redueix en un 10 % abans de transportar el fertilitzant cap a la planta.

La concentració d'orto fosfats a la planta abans del tractament era de 100-110 mg/l, després del tractament, en l'aigua de retorn només hi ha una concentració d'estruvita de 10 mg/l, la qual cosa equival a una eliminació del 10 %.

L'actual disseny del tercer reactor de la planta pot produir entre 500-550 Kg/dia d'estruvita.

Conclusions

- El procés de fabricació de l'estruvita va reduir les càrregues de fòsfor en els corrents residuals i es mostra com a millor tractament per a la seva qualitat en front al procés d'addició de coagulants en fangs activats.

L'estruvita recuperada no conté materials perillosos i es mostra igual o millor que els fertilitzants químics convencionals.